
أَطلَسُ الفِيزِيَاءِ

بسم الله الرحمن الرحيم

شركة دار الشرق العربي ش.م.م.

للطباعة والنشر والتوزيع



الرقم الدولي : ISBN 978 -9953 - 61-367 - 2

الموضوع : تعريف شامل بالفيزياء

العنوان : أطلس الفيزياء

ترجمة وإعداد: عماد الدين أفندي - سائر بصمه جي

الصفحات : 160

الطبعة الثانية : 2013

لبنان - بيروت - ص . ب : 11/6918 الرمز البريدي 11072230 تلفاكس : 01 701668

سورية - حلب - ص . ب : 415 هاتف : 2115773 / 2116441 / فاكس : 2125966

email: afashco1@ scs-net. org

www. afach.aleppodir. com

This edition has been produced with a subsidy by the **Spotlight on Rights** programme in Abu Dhabi.







المحتويات

الفيزياء

الفيزياء physics هي العلم الذي يدرس المادة والطاقة. وتدرس الفيزياء خواص المادة والطاقة والتغيرات والتفاعلات التي تحدث بينهما. وتتعلق كل من المادة والطاقة ببعضهما البعض، وتؤثران في بعضهما بعضاً مع مرور الوقت.

تاريخ الفيزياء

يعود تاريخ الفيزياء إلى عصور ما قبل التاريخ حين بُنيت النُّصب الصخرية العظيمة؛ كتلك الموجودة في ستونهنج Stonehenge. وقد كان ذلك أول تطبيق معروف لعلم الميكانيك. وقد رافق تطور الفيزياء التقدم في علوم أخرى كالرياضيات والفلك وغيرها. وقد كانت الشعوب السومرية والبابلية والمصرية القديمة من أوائل من سجلوا اختراعاتهم واكتشافاتهم.

فئتا الفيزياء: الكلاسيكية والحديثة

تتألف الفيزياء الكلاسيكية من علوم الميكانيك والحرارة والصوت والكهرباء والمغناطيسية والضوء.

أما الفيزياء الحديثة فتضم: الفيزياء الذرية، والفيزياء الإلكترونية، والفيزياء النووية، وفيزياء الجسيمات، وفيزياء الحالة الصلبة، وفيزياء الموائع، وفيزياء البلازما.

الفيزيائيون

يدعى العلماء الذين يدرسون الفيزياء بالفيزيائيين physicists. ويستند الفيزيائيون في دراستهم إلى التجارب والملاحظات، ويقارنون ذلك بتنبؤات تضعها القوانين والنظريات. ويُدعى الفيزيائيون الذين يعمدون إلى التجارب بالفيزيائيين التجريبيين experimental physicists، ويُدعى الفيزيائيون الذين يضعون القوانين والنظريات بالفيزيائيين النظريين theoretical physicists.



قادت نصب ستونهنج إلى بداية علم الميكانيك

فروع الفيزياء

الصوتيات acoustics: دراسة الصوت.

الفيزياء الذرية atomic physics: دراسة بنى وخواص ونشاطات الذرة.

الفيزياء الحيوية biophysics: دراسة الكائنات الحية وأنشطتها بمساعدة الوسائل والتقنيات الفيزيائية.

فيزياء القَرِّيات cryogenics: دراسة خواص المواد في درجات حرارة تقارب الصفر المطلق.

الديناميكا الكهربائية electrodynamics: دراسة العلاقة بين القوى الكهربائية والمغناطيسية.

فيزياء الموائع fluid physics: دراسة نشاط وحركة الموائع (السوائل والغازات).

الفيزياء الأرضية geophysics: دراسة الأرض والغلاف الجوي.

الفيزياء الصحية health physics: دراسة كيفية وقاية الناس من النشاط الإشعاعي.

الفيزياء الرياضية mathematical physics: دراسة المعادلات الرياضياتية المستخدمة في الظواهر الفيزيائية.

الميكانيك mechanics: دراسة كيفية استجابة أجسام وأنظمة معينة إلى قوى معينة.

الفيزياء الجزيئية molecular physics: دراسة بنية وخواص وأنشطة الجزيئات.

الفيزياء النووية nuclear physics: دراسة بنية وخواص النواة الذرية.

البصريات optics: طبيعة ونشاط الضوء.

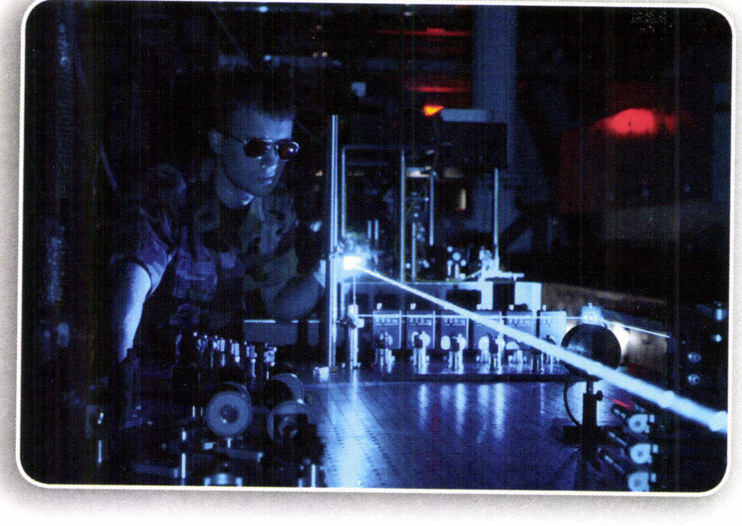
فيزياء الجسيمات particle physics: دراسة نشاط وخواص الجسيمات الأولية.

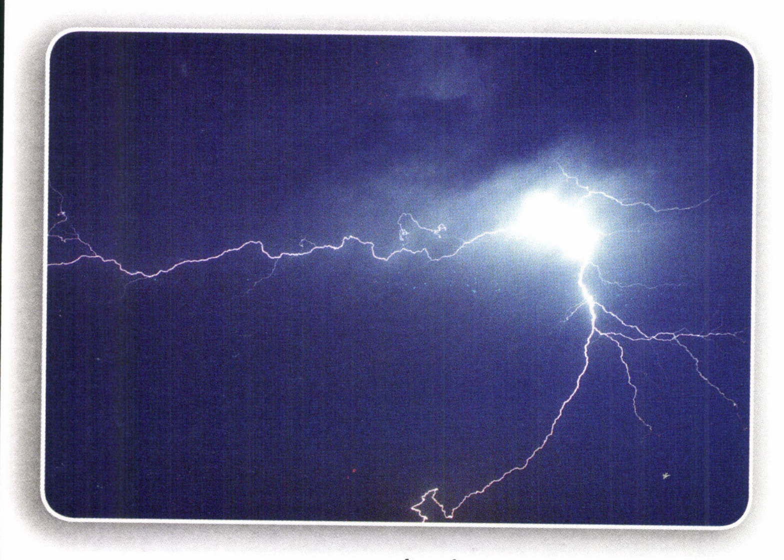
الفيزياء الكمِّية quantum physics: دراسة النظرية الكمية التي تتناول المادة والإشعاع الكهرطيسي.

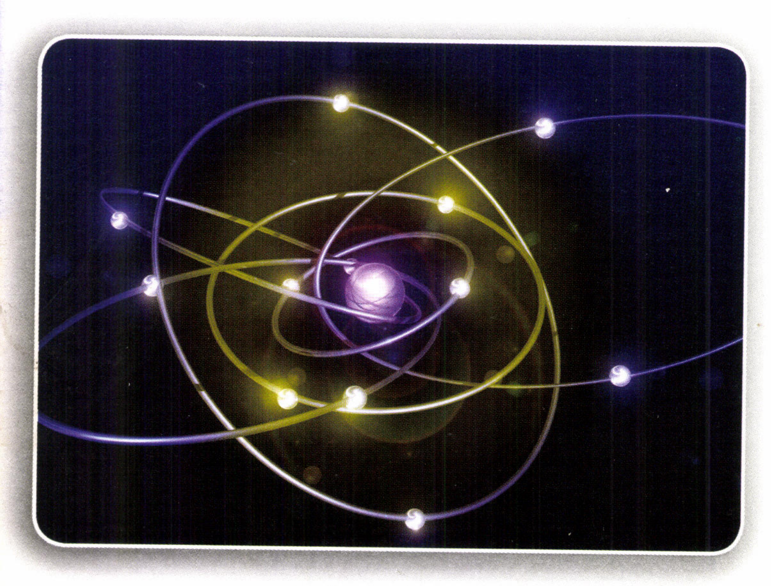
فيزياء الحالة الصلبة liquid-state physics: دراسة الخواص الفيزيائية للمواد الصلبة.

الديناميكا الحرارية thermodynamics: دراسة الحرارة وأشكال الطاقة الأخرى.




فيزيائي أثناء عمله.


البرق هو أحد أشكال الكهرباء.


رسم لبنية إحدى الذرات.

المواد الصلبة

الحالة الصلبة **solid** هي إحدى الحالات الثلاث للمادة إضافة إلى الحالتين السائلة **liquid** والغازية **gas**. ويمكن أن تتشكل الحالة الصلبة من حالة سائلة أو غازية سابقة. وتتميز المواد الصلبة بخواص ومواصفات معينة عن نظيراتها السائلة والغازية. وتعد أجسامنا بنًى صلبة، كما تكون الكراسي والسيارات والطاولات والكتب والمعادن والسلالم مواد صلبة أخرى.

خواص المواد الصلبة

- للمواد الصلبة شكل وحجم ثابتان.
- تنتظم جميع جسيمات المادة الصلبة مع بعضها بعضاً وفق نموذج منتظم.
- العناصر المكونة للمواد الصلبة لها مواقع ثابتة في الفراغ نسبةً إلى بعضها بعضاً. ويمكن لهذه العناصر أن تهتز فقط، ولكنها لا تستطيع أن تتحرك.
- يعد الجليد والخشب نموذجين من المواد الصلبة.

دراسة الخواص الفيزيائية

تدرس الخواص الفيزيائية للمواد الصلبة وفقاً لفيزياء المواد الصلبة. وتشمل هذه الخواص المغناطيسية والتعدين والقوة الميكانيكية وناقلية الكهرباء والحرارة. ويُدرس الفيزيائيون خواص النماذج المختلفة من المواد الصلبة بفحص ترتيب وحركة الذرات والإلكترونات المكون ة لها.



منزل مصنوع من الخشب،
وهو أحد أشكال المواد الصلبة.

من صلب إلى حالة أخرى

يدعى التحول من صلب إلى حالة أخرى بتحول المادة. ويمكن أن يحدث ذلك بتطبيق قوة أو طاقة. وأثناء تحول المادة يتحول الجسم الصلب إلى شكله السائل أو الغازي. ويعد الماء من أشهر حالات تحول المادة، حيث يتحول الجليد الصلب إلى ماء سائل عند تعرضه للحرارة، ثم يتحول الماء عند تسخينه إلى أبخرة أو حالة غازية.



يبين ذوبان مكعب الزبدة تبدل الحالة من صلبة إلى سائلة.

المادة الصلبة البلورية

تنتظم الذرات أو الجزيئات المكونة للمادة الصلبة البلورية crystalline solid ضمن نموذج هندسي منتظم. ومن الأشكال البلورية لهذه النماذج: الأشكال المكعبة، ورباعية الأضلاع، وسداسية الأضلاع، والمعينية، وأحادية الميَلان، وثلاثية الميلان.

وللمواد الصلبة البلورية نقاط ذوبان أو انصهار melting points محددة.

ويعد السكر المذرور ومكعبات السكر والجليد من المواد الصلبة البلورية.

وتدعى الدراسة العلمية للبلورات وتشكلها بعلم البلوريات crystallography.

مكعب السكر هو أحد أشكال المواد الصلبة البلورية.

أنواع المواد الصلبة

تشمل المواد الصلبة البلورية جميع المعادن والكثير من الفلزات الأخرى، ولها انتظام صارم في الترتيب الذري الدوري. وتشمل المواد الصلبة اللا بلورية noncrystalline solids: الزجاج واللدائن والهلام. وفي هذه المواد لا تنتظم الذرات والجزيئات ضمن ترتيب شبكي محدد.

وتشمل المواد الصلبة شبه البلورية quasicrystalline السبائك المعدنية، وفيها تنتظم الذرات ضمن نماذج لا تتكرر في الفراغات المنتظمة.



اللا متبلورات الصلبة

اللا متبلورات الصلبة هي أشكال صلبة ليس لها بنية بلورية، وتنتظم فيها الجزيئات بطريقة عشوائية كما هي الحال في السوائل. وخلافاً للمواد الصلبة البلورية فإن المواد الصلبة اللا بلورية ليس لها نقاط ذوبان ثابتة.

السوائل

الحالة السائلة **liquid** هي إحدى حالات المادة، ولها حجم ثابت وشكل غير ثابت. ويتخذ السائل شكل الوعاء الذي يوضع فيه. وإذا ما نُقِل من وعاء إلى آخر فإن حجمه لا يتغير، ولكن شكله يتغير بحسب شكل الوعاء الجديد.

خواص السوائل

- يمكن لجسيمات المادة السائلة أن تتحرك حول بعضها بعضاً بسهولة.
- ليس لهذه الجسيمات ترتيب منتظم.
- من الصعب ضغط السوائل.
- يعد الماء والحليب وعصير البرتقال بعض النماذج عن السوائل.

المواد السائلة

يعتمد الشكل السائل لمادة على درجة الحرارة والضغط الصحيحين. فمثلاً يوجد الماء كسائل ضمن درجة حرارة الغرفة room temperature والضغط الجوي الطبيعي. ويُعد البروم والغاليوم والزئبق العناصر الكيميائية الوحيدة التي توجد في شكلها السائل ضمن درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي الطبيعي.

ومن المركبات التي توجد على شكل سائل: الكحول، والغاز والزيت والماء.

بعض السوائل كالعصير والحليب والصودا هي مواد سائلة تعتمد على الماء water based، لأنها تحوي على عناصر ممتزجة أو منحلة في الماء.



هل تعلم؟

التوتر السطحي surface tension هو خاصية الجاذبية الموجودة على سطح السائل؛ وهي المسؤولة عن تجاذب أقسام من سطح السائل وسطوح أخرى.

العصير سائل يعتمد على الماء.

الانتشار

الانتشار diffusion هو أحد خواص السائل، حيث تتحرك بموجبه جزيئات السائل من المناطق الأعلى تركيزاً إلى المناطق الأقل تركيزاً. وتقوم جزيئات السائل بحركات عشوائية أثناء الانتشار. ويساعد الانتشار على مزج سائلين ببعضهما.

جزيئات السائل

جزيئات السائل أقرب إلى بعضها من جزيئات الغاز، ولكنها ليست بالقرب نفسه الذي تكون عليه جزيئات المادة الصلبة. وتعد الطاقة الحركية لجزيئات السائل أعلى مقارنةً بالطاقة الحركية لجزيئات مادة صلبة. لذا تكون حركة جزيئات السائل أسرع من حيث الاهتزاز والدوران والانتقال.

النقية والممتزجة

هناك فئتان من السوائل: سوائل نقية pure liquids، ومزيجات سائلة liquid mixtures. فالماء سائل نقي، ولكن الدم والمشروبات وماء البحر هي مزيجات سائلة؛ إذ يحوي ماء البحر على الكثير من الأملاح المنحلة فيه، وهي عادةً مواد صلبة في حالتها النقية. وهكذا يمكن للمزيج السائل أن يحوي على مواد تكون في حالتها النقية سائلة أو صلبة أو حتى غازية.



يعبر تبخر الماء عن تبدل الحالة من سائل إلى غاز.

تحول السائل إلى حالاته الأخرى

يمكن للسوائل أن تتحول إلى حالات أخرى بواسطة تسخينها أو تبريدها. يتمدد السائل عند تسخينه، ويتقلص عند تبريده. ويؤدي تسخين السائل حتى نقطة غليانه إلى تحوله إلى حالته الغازية. ولكن تبريد السائل حتى نقطة تجمده يحوله إلى حالته الصلبة.

المزوجية

تدعى قابلية امتزاج أو انحلال السوائل في سوائل أخرى بالمزوجية miscibility. وهي تعتمد على قدرة الاستقطاب لجزيء السائل. ويمكن لسائلين مستقطبين أن يمتزجا ببعضهما بسهولة كالماء والكحول. ولكن من جهة أخرى لا يمتزج الماء مع الزيت الذي يطفو على سطح الماء. وتمتزج السوائل المستقطبة polar liquids مع سوائل أخرى مستقطبة، أما السوائل غير مستقطبة non-polar liquids فتمتزج فقط مع سوائل غير مستقطبة.



يعبر سكب الحليب في منقوع الشاي عن خاصية المزوجية.

الـغـازات

الغاز **gas** هو أحد حـالات المادة التي ليس لـها شكل ثابت أو حجم ثابت. وتوجد فراغات كبيرة بين جزيئات المادة الغازية، وليس لـها ترتيب منتظم. وتنتظم هذه الجزيئات بشكل حر، وتتحرك بشكل عشوائي في مختلف الاتجاهات. ويعد بخار الماء من أفضل الأمثلة عن الحالة الغازية.



تحول الغاز إلى حالات أخرى

يمكن للغازات أن تتحول إلى أشكال أخرى كالسوائل والمواد الصلبة. وحين يبرد الغاز إلى درجة غليانه فإنه يتحول إلى شكله السائل، حيث تنضم جسيمات الغاز إلى بعضها بعضاً عند هذه الدرجة؛ متحولة إلى الانتظام الموجود في السوائل.

غاز الأكسجين

يتحول غاز الأكسجين ضمن الضغط الجوي الطبيعي إلى سائل عندما يبرَّد إلى درجة (−183 مئوية). أما إذا زاد ضغط الغاز فإنه سيحتاج إلى درجة حرارة أعلى لكي يتحول إلى حالته السائلة.

ينفث البخار والغازات أثناء انطلاق مكوك الفضاء.

هل تعلم؟

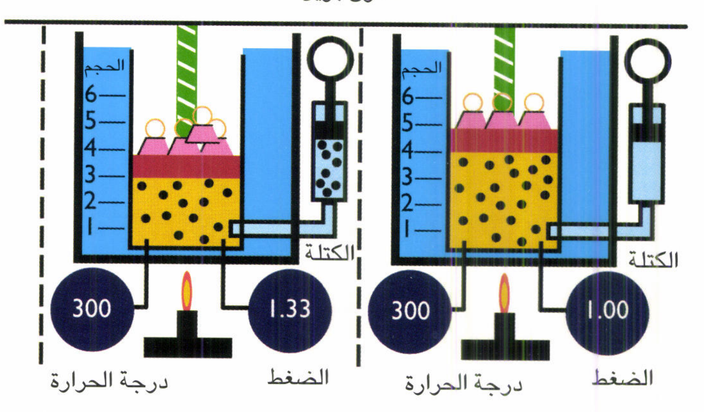
يعد الغاز الطبيعي natural gas وغاز النفط المميع liquefied petroleum gas والغاز الطبيعي المضغوط compressed natural gas والغاز الطبيعي المميع liquefied natural gas من مصادر الطاقة المفيدة. وهي تستخدم كوقود بديل.

قوانين الغازات

قانون شارل

يقول قانون شارل Charles' Law: إن الغاز يتمدد بالنسبة نفسها من حجمه كلما تعرض لارتفاع بدرجة حرارة واحدة. وبحسب هذا القانون تبقى النسبة بين حجم الغاز ودرجة حرارته ثابتة إذا لم يتغير الضغط. (أو V/T = ثابت).

قانون بويل



قانون بويل

يقول قانون بويل Boyle's Law: إن ضغط الغاز يزداد عندما يقل حجم الغاز. وبحسب قانون بويل تبقى نتائج ضغط الغاز وحجمه ثابتة إذا لم يحدث تغير في درجة الحرارة أو كمية جسيمات الغاز الموجودة في الوعاء. (أو PV = ثابت).

قانون أفوكادرو

يقول قانون أفوكادرو Avogadro's Law: إن أحجام الغازات المتساوية تحوي على نفس العدد من الجسيمات إذا تساوى الضغط ودرجة الحرارة فيما بينها. وقد اكتشف أن حجم 22.4 ليتر من الغاز في درجة حرارة الصفر المئوية وضمن الضغط الجوي المعتاد تحوي 6.02×10^{23} جسيم.

قانون الغاز العام

يجمع قانون الغاز العام بين قوانين بويل وشارل وأفوكادرو: PV = nRT

حيث P = الضغط، V = الحجم، T = درجة الحرارة المطلقة، R = ثابت الغاز العالمي (قيمته 8.314 جول/كالفن).

العناصر والمركبات

الأكسجين والنتروجين غازان عديما اللون والرائحة.

يمكن التعرف على هذين الغازين من خلال نشاطهما الكيميائي ووزنهما وقدرتهما على امتصاص الحرارة وخواصهما الأخرى.

ثنائي أكسيد النتروجين nitrogen dioxide غاز بني اللون.

لغاز كبريتيد الهدروجين hydrogen sulfide رائحة شبيهة برائحة البيض الفاسد.

الأوزون ozone من الغازات النادرة، ويوجد في الغلاف الجوي للأرض.



أبخرة غازية

النظرية الحركية للغازات

تشرح النظرية الحركية للغازات kinetic theory of gases أنشطة الغازات. وبحسب النظرية الحركية فإن المادة تتألف من ذرات أو جزيئات دائمة الحركة. وتشرح النظرية أيضاً مختلف خواص الغازات كالضغط ودرجة الحرارة والحجم من خلال دراسة تركيبها الجزيئي وحركة جزيئاتها.

وتفترض النظرية أن الجزيئات شديدة الصغر بالنسبة إلى المسافات فيما بينها. كذلك فإن الجزيئات في حركة عشوائية دائمة، وكثيراً ما تصطدم ببعضها بعضاً وبجدران الوعاء الذي يحويها، فتبذل هذه الجزيئات جهداً على الجدران يمكن قياسه. وعندما نقسم الجهد على المساحة المتعرضة له فإننا نحصل على الضغط. ويعتمد معدل الطاقة الحركية لجسيمات الغاز على درجة الحرارة التي يوجد ضمنها.

الطاقة

تعرَّف الطاقة **energy** عموماً على أنها القدرة على إنجاز العمل، ويرمز لها بالرمز **E**. والطاقة لا يمكن خلقها ولا يمكن تدميرها إلى العدم، فالكمية الإجمالية للطاقة ثابتة دائماً. وهي دائمة الانتقال من مصدر إلى آخر مغيرة شكلها في كل مرة. فمثلاً يمكن لاصطدام كرتي البلياردو أن يوقف كلاً منهما، محولاً الطاقة إلى شكل صوت وبعض الحرارة. وتقاس الطاقة بالجول (J) أو بالنيوتن/متر مربع (N/m^2).



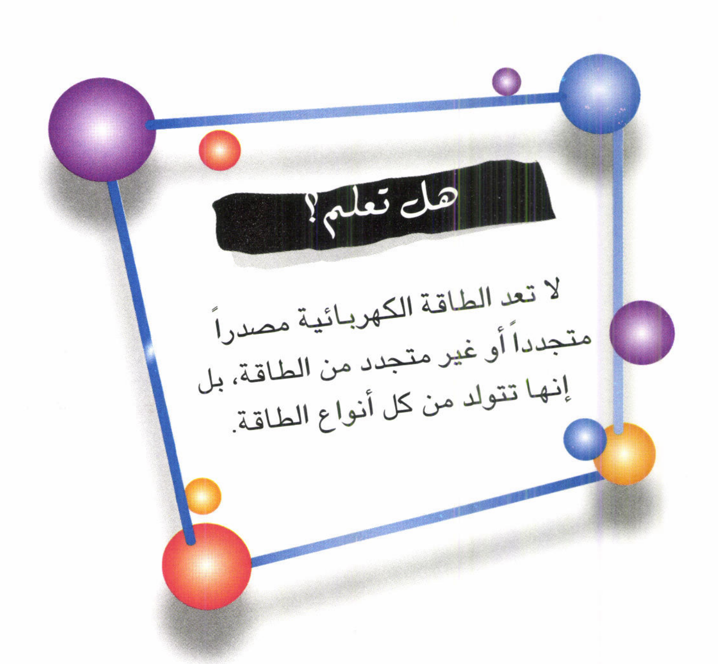
أشكال الطاقة

لا يمكن للطاقة أن تخلق أو تدمر، لذا فإنها تتحول إلى نماذج وأشكال مختلفة. وفيما يأتي بعض من أشكال الطاقة:

الطاقة الحرارية thermal energy: تنشأ الطاقة الحرارية نتيجة لازدياد درجة الحرارة بسبب زيادة نشاط أو سرعة جزيئات جسم ما، أو بمعنى آخر تتحد الطاقة المتحركة والطاقة الكامنة في جزيء متحرك لتشكلا طاقة حرارية.

الطاقة الكيميائية chemical energy: وهي أحد أشكال الطاقة الساكنة، وتتعلق بالتشكيل البنيوي الناتج عن الروابط الكيميائية بين الجزيئات. ويؤدي التفاعل الجاري بين المركبات الكيميائية إلى إنتاج طاقة كيميائية. كما تؤدي تجزئة أو حل روابط جزيء إلى إنتاج طاقة كيميائية تعطينا بدورها مركباً جديداً.

الطاقة الكهربائية electrical energy: وتعرف علمياً باسم الكهرباء. وهي تدفق الشحنات أو القدرة من أجل إنتاج الطاقة. ويتم اختزان التدفق ضمن ناقل، فيصبح هذا الناقل مصدراً ثانوياً للطاقة.



الطاقة الإشعاعية radiant energy: وتنتقل هذه الطاقة عن طريق الإشعاع، لاسيما الموجات الكهرطيسية. لذا فهي تعرف عموماً بكونها الطاقة الخفيفة light energy. وتنتشر هذه الطاقة على شكل جسيمات، وتوجد ضمن مجال الأمواج الكهرطيسية.

الطاقة المغناطيسية magnetic energy: هي الطاقة الكامنة في حقل مغناطيسي. وتؤثر الطاقة المغناطيسية على جسيمات معدنية معينة فتجذبها إليها أو تصدها عنها. ويدعى هذا التأثير بالمغناطيسية magnetism.

الطاقة النووية nuclear energy: توجد بعض الطاقة داخل الذرة. وينتج التفاعل النووي عن التغير في بنية الذرات. وتدعى الطاقة المتولدة نتيجة لهذه التفاعلات بالطاقة النووية، ويطلق على الطاقة النووية اسم الطاقة الذرية atomic energy. وبحسب الصيغة $E=mc^2$ التي تقدم بها أينشتاين فإن الطاقة النووية يمكن أن تتحرر إما بالاضمحلال الإشعاعي radioactive decay أو بالانشطار الإشعاعي nuclear fission. لذا فبحسب الاصطلاحات المعروفة تعد الكمية الهائلة من الطاقة التي يحررها المفاعل النووي أثناء الانشطار النووي طاقةً نووية.

الطاقة المرنة elastic energy: هي الطاقة الكامنة المختزنة عندما يتشوه جسم ما، وهي تنتج عن التشوه المرن لمادة صلبة أو سائلة. بالنسبة للنابض تتمثل مرونته في قدرته على العودة إلى وضعية التوازن equilibrium position التي كان عليها قبل أن يضغط على سطح ما.

الطاقة الصوتية sound energy: إن اهتزازات الضغط التي تنتقل في مادة صلبة أو سائلة أو غازية بترددات ضمن المجال المسموع تدعى الصوت sound. والصوت هو موجات متنقلة، وتدعى الطاقة الموجودة في الموجات الصوتية بالطاقة الصوتية.

الطاقة الميكانيكية mechanical energy: يدعى اجتماع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة ضمن نظام ميكانيكي بالطاقة الميكانيكية. وهي تتعلق إما بموقع الجسم أو حركته. وفي النظام الميكانيكي تكون قوة الثقالة gravity (أو الجاذبية الأرضية) هي القوة الوحيدة التي يجب اعتبارها. يؤدي ذلك إلى جعل الطاقة الميكانيكية ثابتة في الأنظمة التي لا تملك سوى قوى الثقالة.

تمتلك الكرة المتحركة طاقة حركية.

الطاقة الحركية kinetic energy: هي الطاقة التي يحويها الجسم أثناء تحركه، وتمثل بصيغة: $K = ½ mv^2$، حيث تحسب الطاقة الحركية K بالكتلة m التي تتحرك بالسرعة v وهي كمية سِلَمية (غير موجهة) لا تذهب بأي اتجاه.

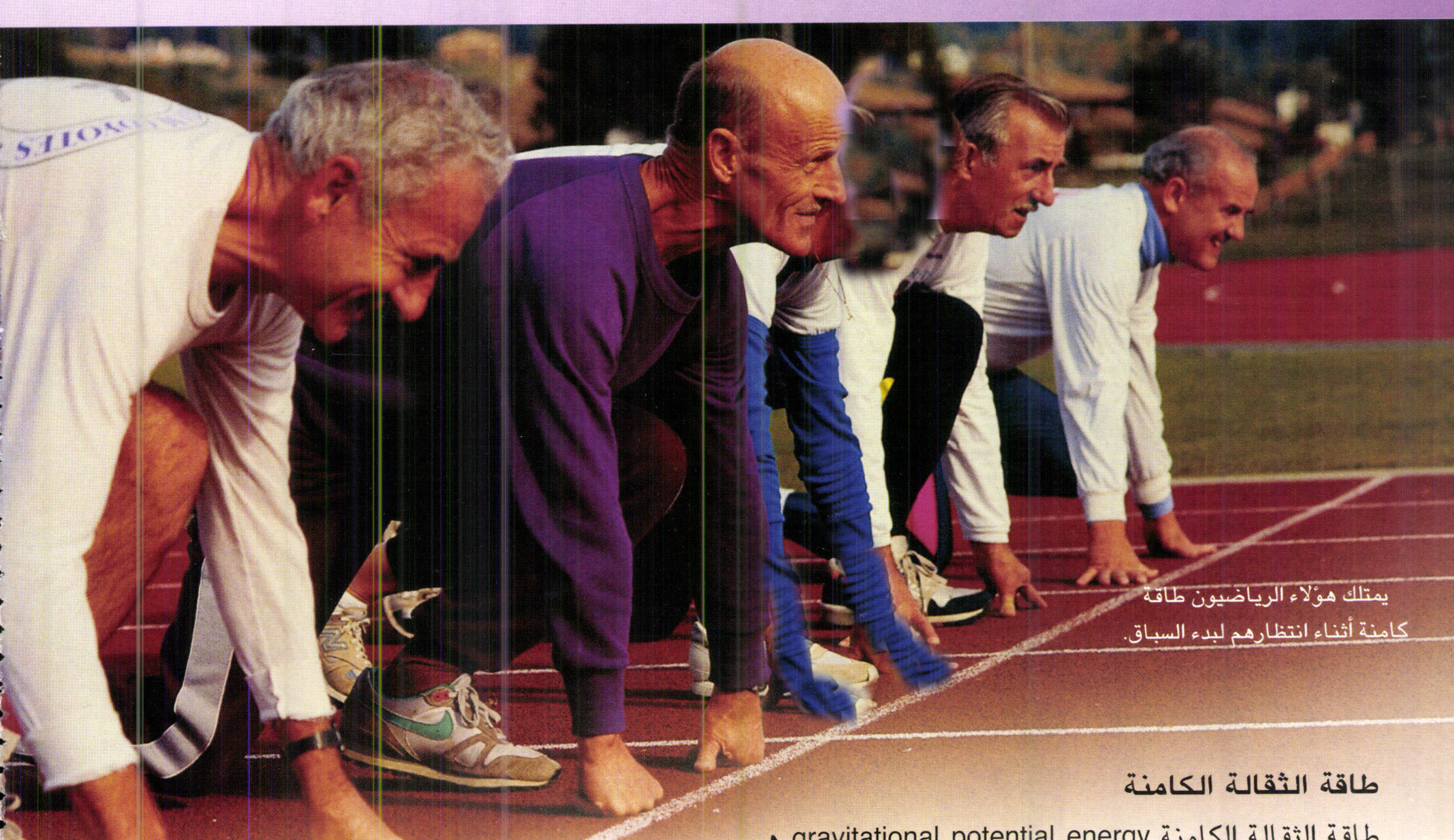
الطاقة الكامنة potential energy: تدعى الطاقة التي يملكها الجسم حين يكون في وضع السكون بالطاقة الكامنة. وقد أطلق عليها هذا الاسم المهندس والفيزيائي الاسكتلندي ويليام رانكين William Rankine في القرن التاسع عشر.


تمتلك الكرة في وضعية السكونة طاقة كامنة.

الطاقة الكامنة والطاقة الحركية

الطاقة الكامنة **potential energy** جسم ما هي الطاقة التي يختزنها الجسم في وضعية السكون. وهي تنتج عن الوضعية التي يتخذها الجسم أثناء كونه ساكناً. أما الطاقة الحركية **kinetic energy** فتبرز إلى الوجود حين تحاول قوة ما أن تشد هذا الجسم إلى الخلف نحو وضعية طاقة أدنى. وتدعى هذه القوة بقوة الاستعادة **restoring force**.

الطاقة الحركية: هي الطاقة التي يحويها الجسم أثناء حركته. ويمكن تعريفها علمياً بأنها العمل المطلوب لتسريع جسم ذي كتلة معينة من وضعية السكون إلى سرعته الحالية. ويحافظ الجسم على طاقته الحركية بعد أن يبدأ بالتسارع إلى أن يغير من سرعته.



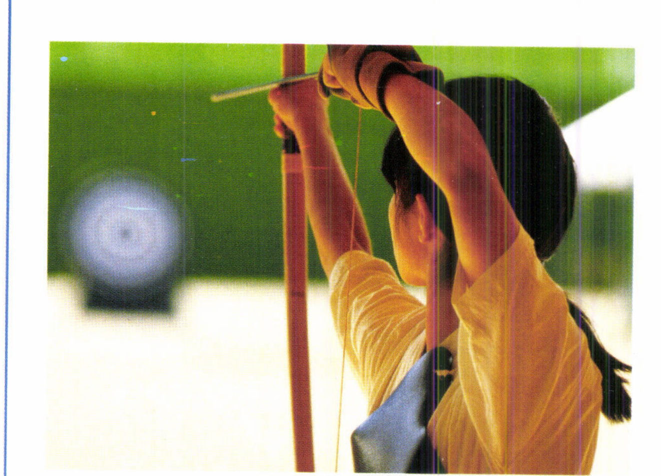
يمتلك هؤلاء الرياضيون طاقة كامنة أثناء انتظارهم لبدء السباق.

طاقة الثقالة الكامنة

طاقة الثقالة الكامنة gravitational potential energy هي الطاقة التي تنتج عن قوة الثقالة؛ حيث يسقط الجسم سقوطاً حراً بتأثير الجاذبية الأرضية، فمن جهة تدعم قوة الثقالة الجسم ليختبر السقوط، ولكن طاقة الثقالة الكامنة تعارض هذه الحركة. وهكذا تدعى الطاقة المختزنة في شيء ما بطاقة الثقالة الكامنة. وتختزن الطاقة نتيجة لجذب قوة الثقالة للجسم نحو الأرض.

أنواع الطاقة الكامنة

تعطي قوى مختلفة أنواعاً مختلفة من الطاقة الكامنة. وبمعنى آخر يمكننا القول إن القوة المختزنة تعطي طاقة كامنة. نورد فيما يلي الأنواع المختلفة للطاقة الكامنة بحسب القوى التي تطلقها.

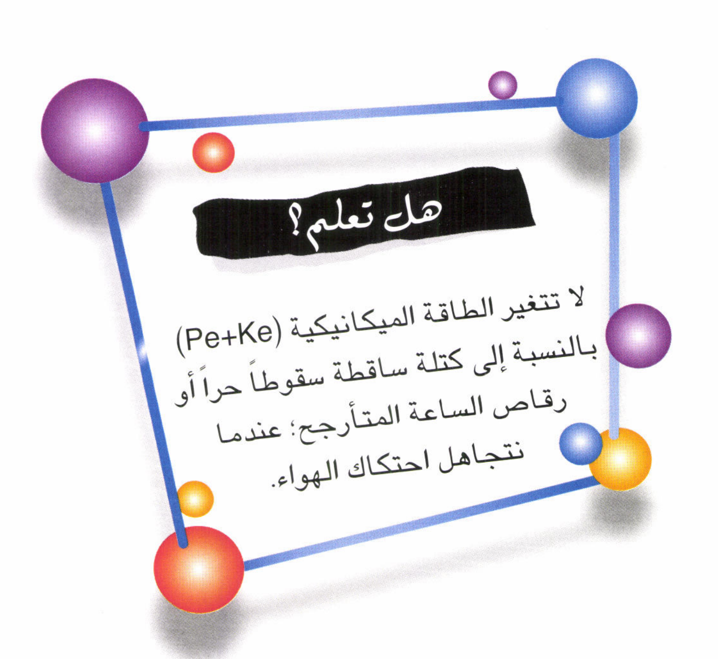


القوة الكامنة المرنة

ينتج عن القوة التي تحاول أن تعيد الشيء إلى شكله الأصلي طاقةً كامنةً مرنة. ويعزى ذلك إلى مرونة الشيء. وتتعلق كمية الطاقة الكامنة المرنة المختزنة في الشيء بكمية شدّة الشد، فكلما شددناه أكثر اتسعت الطاقة المختزنة إلى حد أعلى.

الطاقة الكامنة الكيميائية

تدعى الطاقة الكامنة المتعلقة ببنية العنصر بالطاقة الكامنة الكيميائية. وغالباً ما يكون التناسق نتيجة للروابط الكيميائية بين الجزيئات. ويمكن أن تتحول الطاقة الكيميائية للجزيئات إلى أشكال أخرى من التفاعلات الكيميائية.



الطاقة الكامنة النووية

تدعى الطاقة الكامنة للجسيم المختزنة في نواة الذرة بالطاقة الكامنة النووية. ومع أن الجسيمات النووية ترتبط فيما بينها بقوى نووية قوية إلا أنه توجد بعض الطاقة الكامنة التي تولدها قوى ضعيفة لأنواع معينة من الاضمحلال الإشعاعي كاضمحلال بيتا مثلاً.

حساب الطاقة الحركية

يمكن حساب الطاقة الحركية لكتلة النقطة m التي تتحرك بالسرعة الاتجاهية v وفقاً للمعادلة التالية:

الطاقة الحركية = $mv^2/2$

تشرح هذه المعادلة أن الطاقة الحركية لجسم ما تتناسب طرداً مع كتلة الجسم ومربع سرعته. ويعني ذلك أنه حين تتضاعف السرعة بمقدارين تزداد الطاقة الحركية بعامل يساوي الأربعة. والطاقة الحركية هي كمية سلّمية ليس لها اتجاه ولكنها ذات مقدار. وككل الطاقات الأخرى تقاس الطاقة الحركية بوحدة الجول (j).

حساب الطاقة الكامنة

الطاقة الكامنة (PE): $PE = m \times g \times h$

الكتلة (m): $m = PE/m \times h$

الارتفاع (h): $h = PE/m \times g$

حيث:

PE= الطاقة الكامنة

m= كتلة الجسم

g= تسارع الجاذبية

h= ارتفاع الجسم



الزَّخم (كمية الحركة)

الزخم **momentum** هو أحد خواص الجسم المتعلقة بكتلته وسرعته الاتجاهية. ويمكن تعريفه بدقة على أنه كتلة متحركة. وهو كمية موجهة لها مقدار **magnitude** واتجاه **direction**. ويعتمد اتجاه الزخم على اتجاه سرعة الشيء. لذا يمكن حساب الزخم (P) لجسم ذي كتلة (m) تتحرك بسرعة اتجاهية (v) وفقاً لما يلي:

$$P = m \times v$$

لذلك تصبح وحدة قياس الزخم كغ. م/ثا أو (kgm/s).



هل تعلم؟

كان ابن سينا Avicenna من أوائل المفكرين العظام في مجال الميكانيك؛ حيث طرح تصوره للزخم أثناء مرحلة النهضة الإسلامية حوالي سنة 1000 ميلادية.

أنواع الزخم

يعتمد الزخم على نوع حركة الجسم فيكون خطياً linear أو زاوياً angular.

الزخم الخطي

لكي نميز الزخم عن الزخم الزاوي فإننا نشير له بالزخم الخطي. لذا يعتمد الزخم الخطي لجسم على إطار الإسناد لهذا الجسم (إطار الإسناد هو الإطار الذي تُسند إليه مواقع الأجسام وحركتها. وهو أساس لمقارنة الأحداث الفيزيائيّة). وقد وجدنا أن اختزان الزخم الخطي هو القانون الأساسي في الطبيعة. ويبين أن الزخم الإجمالي ضمن نظام مغلق يكون ثابتاً؛ ويعني ذلك أن زخم جسمين يصطدمان ببعضهما يبقى هو نفسه مع إمكانية تحوله إلى شكل آخر من الطاقة. والصيغة الرياضية هي:

$$m_1v_1 = m_2v_2$$

حيث m_1 هي كتلة الجسم الأول الذي يتحرك بالسرعة الاتجاهية v_1. كما أن m_2 وv_2 هما الكتلة والسرعة الاتجاهية للجسم الثاني على التوالي.

نشاهد الزخم الخطي في لعبة البلياردو.

الزخم الزاوي

الزخم الزاوي (أو زخم الدوران) هو زخم الجسم الذي يكون في حالة حركة دائرية. ويقال أن الزخم الزاوي للجسم الدائر هو نتاج كتلة العَطالة للجسم وسرعته الزاوية أو الدورانية. ويعرف أيضاً بأنه النظير الدوراني للزخم الخطي. ويتم تمثيله رياضياً بالقانون:

$$L = Iw$$

حيث: I هي زخم الجسم في لحظة العطالة I والسرعة الدورانية w. ويحسب هذا الزخم وفق قاعدة الزخم الخطي بحسب:

$$L = r \times p$$

حيث r هو متجه الاستقرار للجسم بالنسبة إلى الأصل، وp هو الزخم الخطي للجسم، وx هي إشارة الضرب الموجَّه.



نشاهد الزخم الزاوي أو الدوراني في لعبة (القلابة).

السرعة والسرعة الموجهة

السرعة **speed** هي مقدرة الجسم على تحديد الزمن اللازم لقطع مسافة ما. فهي إذاً معدل قطع الجسم لتلك المسافة. أو بمعنى آخر المسافة المقطوعة ضمن فترة زمنية معينة. والسرعة هي كمية سلَّمية، لها مقدار، ولكن ليس لها اتجاه. ويشار إليها أيضاً بمقدار متجه السرعة الموجهة. وتقاس بوحدة المتر في الثانية (م/ثا)، ولكننا غالباً ما نستخدم وحدة الكيلومتر في الساعة (كم/سا).

أما معدل تغيير الجسم لموضعه واتجاهه فيعرف بالسرعة الموجهة **velocity**. فالسرعة الموجهة هي كمية موجهة لها مقدار واتجاه.

السرعة اللحظية

يعرف مقدار السرعة اللحظية الموجهة لجسم ما بالسرعة اللحظية instantaneous speed. ومع اقتراب الزمن من نقطة الصفر تصبح السرعة اللحظية هي الحد لمعدل السرعة.

معدل السرعة

حين تقسم المسافة التي يقطعها الجسم على الفترة الزمنية الفاصلة نحصل على معدل السرعة average speed لهذا الشيء ضمن تلك الفترة الزمنية. ويحسب معدل السرعة وفق المعادلة:

معدل السرعة = المسافة المقطوعة/ زمن الانتقال



سيارة تتحرك بسرعة عالية، وغالباً ما نستخدم السرعة العددية (السلمية) للتعبيرعن ذلك.

السرعة اللحظية الموجهة

السرعة اللحظية الموجهة instantaneous velocity هي السرعة الموجهة خلال لحظة زمنية معينة، ولها مقدار واتجاه.



معدل السرعة الموجهة

يدعى معدل آخر إزاحة displacement يقطعها الجسم بالنسبة إلى الزمن الإجمالي الذي يستغرقه الجسم لقطع هذه الإزاحة بمعدل السرعة الموجهة average velocity.

أي:

السرعة الموجهة = الإزاحة الناتجة / الزمن الكلي المستغرق.

لذا فإن معدل السرعة الموجهة لجسم متحرك خلال فترة زمنية معينة هي المسافة الإجمالية مقسومةً على الزمن الإجمالي المستغرق أثناء الانتقال في اتجاه معين.

هل تعلم؟

يصبح الجسم أصغر حجماً عندما ينتقل بسرعة عالية جداً (مثل سرعة الضوء).

رياضيون يعدون بسرعة.

التسارع

يعرف تبدل السرعة الموجهة خلال وحدة الزمن بالتسارع acceleration. ويرمز للتسارع بالحرف (a)، وهو كمية موجهة vector quantity. وفي حالة السير ضمن خط مستقيم فإن التسارع يعد معدل زيادة سرعة الجسم. ويقاس التسارع بوحدة (م/ثا²).



يمكن لهذه الطائرة أن تتسارع بوساطة تغيير سرعتها واتجاهها في آن معاً.

التسارع الزاوي

يدعى معدل السرعة الزاوية الموجهة خلال فترة زمنية محددة بالتسارع الزاوي angular acceleration. ويرمز للتسارع الزاوي بالحرف اليوناني (α ألفا)، ويقاس بوحدة الراديان في المتر المربع.(rad/m^2) ويمكن تعريفه رياضياً كما يلي:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

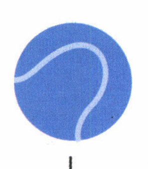
أو

$$\alpha = \frac{a_t}{r}$$

حيث ω هي السرعة الموجهة الزاوية angular velocity، وa_t هي التسارع المماسي الخطي linear tangential acceleration، وr هي المسافة من بداية النظام الإحداثي coordinate system الذي يحدد كل من θ وω.

أنواع التسارع

اعتماداً على نموذج حركة الشيء يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع من التسارع هي: التسارع المنتظم uniform acceleration، والتسارع الزاوي angular acceleration، وتسارع الجاذبية gravitational acceleration.



قيمة تسارع الكرة عندما تسقط على الأرض هو 9.8 م/ثا²

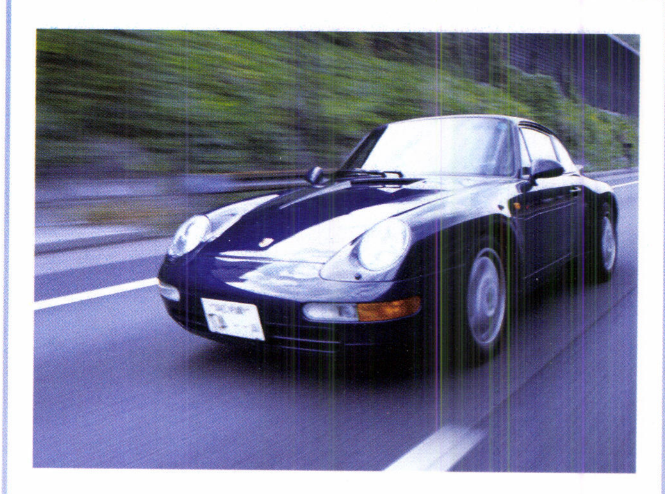
الأرض

تسارع الجاذبية

يدعى التسارع الذي تسببه الجاذبية بتسارع الجاذبية (أو التسارع التجاذبي) gravitational acceleration. وهو التسارع الذي يكتسبه الجسم أثناء سقوطه الحر بفعل الجاذبية الأرضية. ويعرف أيضاً بالتسارع الناتج عن الجاذبية. ويرمز لهذا التسارع بالحرف g، ويمثل كما يلي:

$$g = GM / R^2$$

حيث g هو التسارع الناتج عن ثقالة الجسم ذي الكتلة M (الأرض هنا)، أما G فهي ثابت الجاذبية العام ذو القيمة $6.6742 \times 10^{11}\ N.m^2/kg^2$ وR هي نصف قطر الجسم، وتعد قيمة التسارع بسبب الجاذبية قيمة ثابتة قدرها 9.8م/ثا².



التسارع المنتظم

يمتلك الجسم تسارعاً منتظماً uniform acceleration حين يكون معدل تغير السرعة الموجهة متساوياً مع الفترات الزمنية المتساوية. ويحدث ذلك حين تتغير سرعة الجسم بمعدل ثابت. وحين يكون للجسم تسارع منتظم أثناء حركته الخطية فإن ذلك يعطينا معادلة الحركة التالية:

$$v = u + at$$

$$a = \frac{v-u}{t}$$

يشعر هؤلاء المظليون بتسارع الجاذبية الأرضية نظراً لأنهم يسقطون سقوطاً حراً

هل تعلم؟

كان غاليليو Galileo أول من بيَّن أنَّ جميع الأشياء تسقط إلى الأرض بتسارع ثابت.

الحرارة ودرجة الحرارة

تعرَّف الحرارة **heat** بأنها انتقال الطاقة بين جسمين أو نظامين. ومن جهة أخرى فإن درجة الحرارة **temperature** هي مقياس سخونة أو برودة جسم ما.

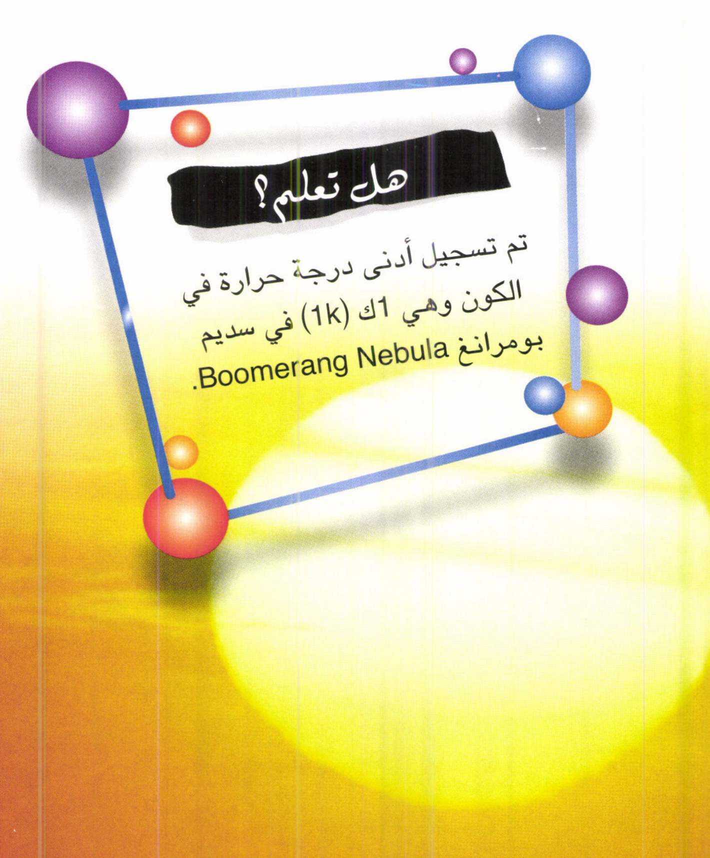
وترتبط الحرارة ودرجة الحرارة ببعضهما؛ لأن رفع الحرارة (التسخين) **heating** يسبب زيادة في درجة الحرارة. والحرارة هي الطاقة التي توجد في الجزيئات، أما درجة الحرارة فهي قياس لأحد أنواع الطاقة الموجودة في المادة.

استخدام الحرارة

تنتقل الطاقة الحرارية من جسم إلى آخر على الدوام في العالم. ولا يقتصر عمل الحرارة على الظواهر الفيزيائية كانفجار النجوم، بل إنها مفيدة في العمليات الحيوية كنمو الأزهار والأوراق في النبات. وتعدّ الحرارة مسؤولةً عن تبدلات الطقس بتشكيلها للغيوم. كذلك يستخدم الناس الحرارة في حياتهم اليومية لتشغيل المحركات وآلات المصانع وتدفئة منازلهم في الشتاء.

الحرارة الكامنة

تتحول الطاقة الحرارية التي تم امتصاصها أو إطلاقها كمادة كيميائية من حالة إلى أخرى. وقد ابتكر الفيزيائي الأسكتلندي والبروفيسور في جامعة غلاسغو جوزيف بلاك Joseph Black اسم الحرارة الكامنة latent heat. وتقاس الحرارة الكامنة بالجول joule.





تستخدم حرارة النار لإعداد الطعام.

انتقال الحرارة

توجد ثلاثة طرائق لانتقال الحرارة: التوصيل الحراري conduction، والحمل الحراري convection، والإشعاع radiation. ويحدث التوصيل الحراري في المواد الصلبة. ويحدث الحمل الحراري في السوائل والغازات. أما الإشعاع فيحدث في حالة غياب أي وسط.

السُعرات الصغرى والسعرات الكبرى

- تعرف السعرة الصغرى (أو الحريرة الصغرى) small calorie (أو الغرام كالوري) gram calorie بأنها كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة 1 غرام من الماء بمقدار درجة مئوية واحدة عند أو بالقرب من درجة حرارة الماء حين يكون أشد كثافةً.
- وتعرف السعرة الكبرى (أو الحريرة الكبرى) large calorie أو (الكيلوغرام كالوري) kilogram-calorie بأنها كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة 1 كغ من الماء بمقدار درجة مئوية واحدة.

درجة الحرارة

درجة حرارة temperature جسم هي معدل الطاقة الحرارية للجسيمات المكونة لذلك الجسم. أو بمعنى آخر: هي درجة سخونة أو برودة الأشياء. كذلك فإن درجة الحرارة هي مقياس لسرعة تحرك جزيئات شيءٍ ما، فكلما زادت حرارة الشيء زاد معها تحرك الجزيئات المكونة له، والعكس صحيح.

التوصيل الحراري

التوصيل أو النقل الحراري conduction هو انتقال الحرارة عبر المواد الصلبة. فحين تمسك بفنجان من القهوة الساخنة بيدك تشعر بلذعة حرارة الفنجان تنتقل إلى يدك؛ حيث انتقلت حرارة الفنجان الساخن إلى يدك بواسطة التوصيل الحراري.
ولا تنقل جميع المواد الحرارة بالسرعة نفسها، حيث تعد المعادن كالحديد والنحاس والألومنيوم من النواقل الجيدة للحرارة good conductors، أما الملابس والخشب فهي نواقل رديئة للحرارة bad conductors.



الحمل الحراري

تنتقل الحرارة عبر السوائل والغازات بواسطة الحمل الحراري convection. وتحدث عملية النقل حين تنتقل المواقع الأكثر سخونةً في السائل أو الغاز إلى المواقع الأكثر برودةً فتحل محلها بينما تبدأ المواقع الباردة بالسخونة لأنها تحل محل المواقع الساخنة. وتستمر هذه العملية فتنتقل الحرارة إلى كافة المواقع في السائل.

الإشعاع

تصلنا حرارة الشمس عن طريق الإشعاع radiation. ولا يعتمد الإشعاع على أي تماس بين مصدر الحرارة والأشياء التي تسخن بواسطته، فهو يسمح للحرارة بالانتقال عبر الفراغ.

قياس درجة الحرارة

تقاس درجة الحرارة بمقاييس فاهرنهايت وسلزيوس (المئوي) وكلفن.

سمي مقياس فاهرنهايت Fahrenheit scale نسبةً إلى الفيزيائي الألماني دانيل غابرييل فاهرنهايت Daniel Gabriel Fahrenheit الذي وضع هذا الميزان سنة 1724. وبحسب مقياس فاهرنهايت فإن درجة تجمد الماء هي 32 درجة فاهرنهايت (ف)، ودرجة غليانه هي 212 درجة فاهرنهايت (ف).

أما مقياس سلزيوس Celsius scale فقد سمي نسبةً إلى آندرس سلزيوس Anders Celsius، وهو عالم فلك سويدي. اقترح سلزيوس ميزاناً مشابهاً لميزان فاهرنهايت سنة 1742 حيث تمثل فيه نقطة الصفر درجة غليان الماء ونقطة 100 درجة تجمد الماء. ولكن مقياس سلزيوس الحديث يعد أن الماء يغلي عند درجة 100 سلزيوس، ويتجمد في درجة صفر سلزيوس.

اقترح اللورد كلفن Lord Kelvin ميزان كلفن Kelvin scale سنة 1848 بحيث إن درجة الصفر (0كلفن) هي درجة الحرارة المطلقة وهي تساوي (–273.15) درجة سلزيوس (مئوية)، وهي أخفض درجة حرارة ممكنة في الكون.

التمدد والتقلص

تتألف جميع مواد هذا الكون من ذرات. وتتميز الذرات بخاصية التمدد **expansion** والتقلص **contraction** بحسب ارتفاع وانخفاض درجة الحرارة. لذا يعرف التمدد بأنه التوسع في حجم المادة نتيجة لارتفاع درجة الحرارة. ويسبب ارتفاع درجة الحرارة زيادة في معدل الاهتزازات والمسافة بين جزيئات المادة، مما يؤدي إلى زيادة في حجم المادة. وبعكس ذلك يعد التقلص نقصاً في حجم المادة نتيجة لانخفاض درجة الحرارة.



العوامل المؤثرة في التمدد

يعتمد تمدد المادة على طبيعة تلك المادة. ففي حالة المواد الصلبة تتذبذب الجزيئات في مواضع ثابتة لأنها متراصة جداً مما يعطيها شكلها النهائي، ومن ثم يقل التمدد بسبب ذلك. أما في السوائل فتكون الجزيئات أقل تراصاً منها في المواد الصلبة، لذا تتمدد السوائل أكثر من المواد الصلبة. وفي الغازات يكون ارتباط الجزيئات ببعضها أكثر انحلالاً، لذا فإن أي ارتفاع في درجة الحرارة يؤدي بالجزيئات إلى أن تتذبذب بسرعة أكبر مما يحدث تمدداً كبيراً في الغازات.

هل تعلم؟

حين ترتفع درجة الحرارة من صفر إلى 4 مئوية فإن الماء، خلافاً لمعظم المواد، يتقلص بدلاً من أن يتمدد. ولكنه يعود إلى سلوكه الطبيعي بعد أن يتجاوز نقطة أربعة درجات مئوية، ويعود إلى التمدد مع زيادة درجة الحرارة.

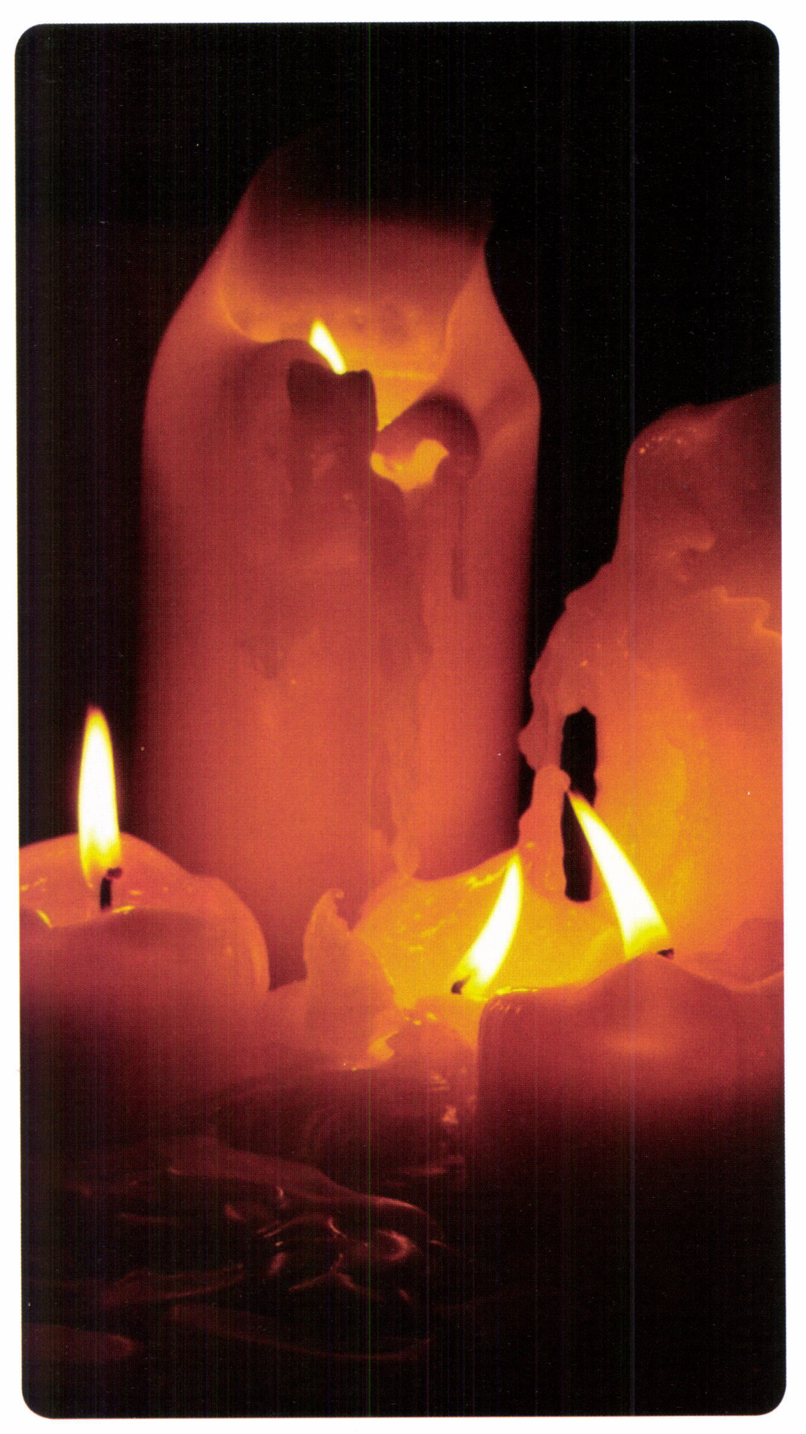
كل المادة الموجودة في الكون تتمدد بنسبة منتظمة.

معاملات التمدد

إن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى ازدياد الطاقة الحركية. وهذه الزيادة في الطاقة الحركية تزيد بدورها من زيادة حركة الجزيئات في المادة. وتحتاج حركة الجزيئات إلى فراغ يمكن للمادة أن تتمدد فيه. وإن الزيادة في كمية وحدة الطول في أي اتجاه للمادة ضمن ارتفاع درجة حرارة مئوية واحدة يدعى مُعامِل التمدد الطولي للمادة coefficient of the linear expansio.

بالنسبة للسوائل فإن زيادة البعد الطولي ليست بذات أهمية، بل إن زيادة الحجم ككل هي المهمة. لذلك فحين تتعرض أي وحدة حجم لسائل إلى ارتفاع درجة حرارة واحدة تحدد كمية التمدد كما هي، ويطلق عليها معامل الحجم volume coefficient أو معامل التمدد التكعيبي coefficient of cubical expansion.

جزيئات الغازات رخوة الارتباط ببعضها بعضاً. ويؤدي ذلك إلى أن تبدي الغازات أفضل تمدد حراري. ومعامل التمدد هو نفسه لجميع الغازات في درجات الحرارة العادية وهو 273/1 من الحجم في درجة الصفر المئوية عندما ترتفع بمقدار درجة واحدة. وقد تم اعتماد هذه الخاصية في الغازات عندما صمم ميزان كلفن للحرارة، أو المقياس المطلق absolute scale لدرجات الحرارة.



تتمدد مادة الشمع مع ذوبان الشموع.

حساب المعامل

يمكن التوصل إلى معامل التمدد الطولي بتقسيم معامل التمدد التكعيبي على ثلاثة.

أي: معامل التمدد الطولي = $\frac{\text{معامل التمدد التكعيبي}}{3}$

فإن تم تحديد كمية تمدد مادة، يمكن الحصول على المعاملات الطولية بتقسيم كمية التمدد الإجمالية على ناتج الرقم الأصلي لوحدة الطول والزيادة في رقم درجة الحرارة.

الديناميات الحرارية

الديناميات الحرارية **thermodynamics** هي فرع من الفيزياء والكيمياء تدرس تحول الطاقة بين الحرارة والعمل الميكانيكي. وهي تعالج بشكل أساسي العلاقة بين الحرارة والخواص الأخرى للمادة. وهي تهتم بانتقال الحرارة بين مختلف مستويات تحولات الطاقة أثناء الفعل الديناموحراري. وتحكم الديناميات الحرارية أربعة قوانين خاصة تعرف جمعياً باسم قوانين الديناميات الحرارية **Laws of Thermodynamics**.

قوانين الديناميات الحرارية

القانون الصِّفري

يقول القانون الصفري Zeroth Law إن الجسم يبقى في حالة توازن حراري إذا كانت درجة حرارته ثابتة خلال فترة زمنية طويلة. كما يقول: إذا كان الجسم (أ) في حالة توازن حراري مع كل من الجسمين (ب) و(ج)، فإن (ب) و(ج) في حالة توازن حراري فيما بينهما أيضاً.

أي: إذا كان حرارة أ = حرارة ب

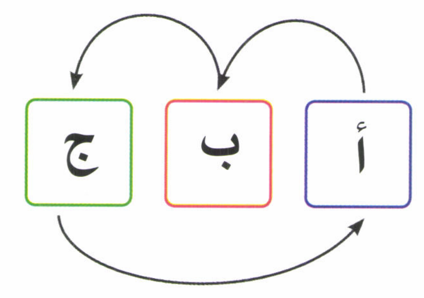
وحرارة أ = حرارة ج

فإن حرارة ب = حرارة ج

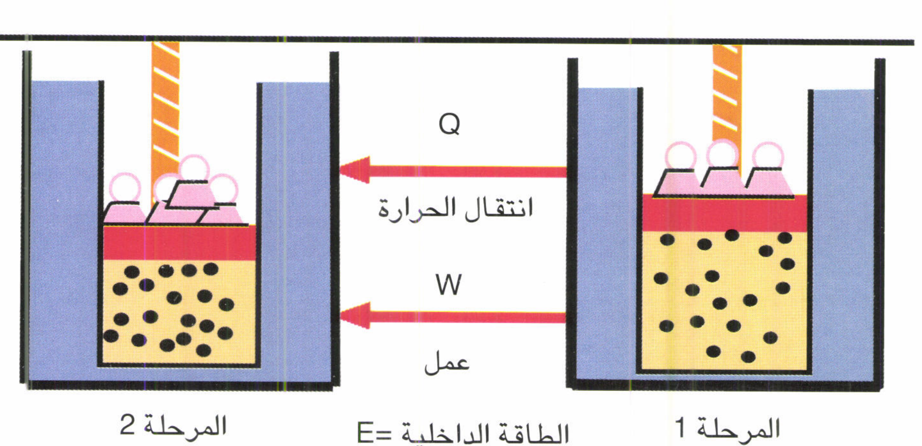
بمعنى آخر إذا كان نظامان في حالة توازن حراري مع نظام ثالث، فإن هذين النظامين في حالة توازن حراري مع بعضهما بعضاً.

القانون الأول

يصرح القانون الأول First Law أن الطاقة لا يمكن خلقها أو تدميرها، بل يمكن تحويلها من شكل إلى آخر. يكرر هذا القانون نوعاً ما قانون اختزان الطاقة. فعلياً يمكن القول أن التحول في الطاقة الداخلية لنظام هي الفرق بين الطاقة التي يمتصها النظام من محيطه والطاقة التي يطلقها هذا النظام على ما يحيط به.



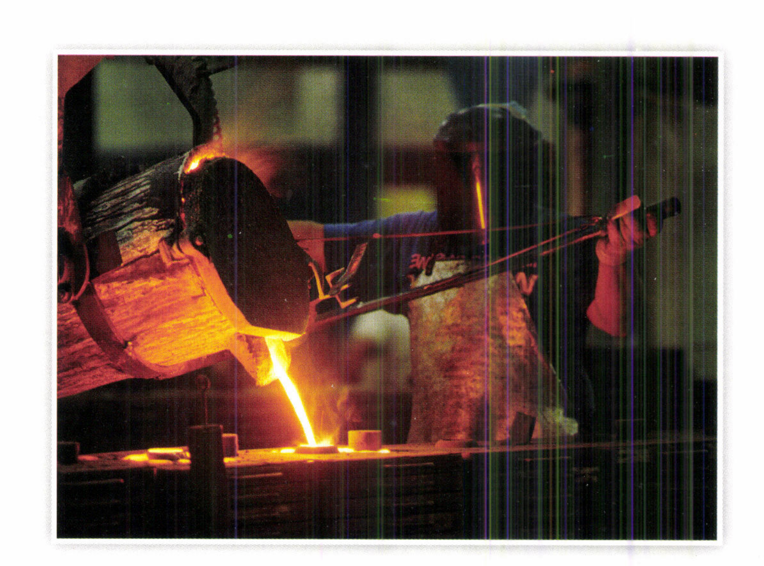
القانون الصفري للديناميات الحرارية.



الطاقة الداخلية =E

$E_2 - E_1 = Q - W$

القانون الأول للديناميات الحرارية



القانون الثاني

ينص القانون الثاني للديناميات الحرارية أنه في نظام ما لا يمكن لدفق الطاقة أو الحرارة أن يعبر من درجة حرارة منخفضة إلى درجة حرارة عالية بإرادته. ولكي يمكن لمثل هذا الانتقال أن يتم إذا أنجز النظام نوعاً من الأعمال. فمثلاً إذا وضع مكعب من الجليد في قدح من الماء الحار فإنه سيذوب، لأن الطاقة الحرارية للماء الحار تكون عند درجة حرارة عالية، وتتدفق نحو المكعب الجليدي الذي يكون عند درجة حرارة منخفضة. لذلك إذا أردنا أن نحافظ على المكعب الجليدي يجب إنجاز عمل ما أو بذل طاقة خارجية.



القانون الثاني
للديناميات الحرارية.

القانون الثالث

يعالج القانون الثالث القصور الحراري entropy والصفر المطلق absolute zero للنظام. فالقصور الحراري لنظام ما هو ميله إلى الانتقال من حالة نظام منخفض إلى حالة نظام عالٍ. والصفر المطلق هي درجة حرارة افتراضية يصل عندها النظام إلى أدنى قيمة له. وبحسب قانون الديناميات الحرارية لا يمكن التوصل إلى الصفر المطلق بشكل عملي لأن هذا يعني انتزاع الديناميات الحرارية بشكل كامل من باقي الكون.
لذا ينص أنه حين يصل النظام إلى الصفر المطلق فإنه يتوقف ويصل قصوره الحراري إلى أدنى قيمة له. ويعني ذلك أنه من المستحيل لنظام أن يصل إلى الصفر المطلق من درجات الحرارة ضمن سلسلة منتهية finite series من خطوات العمل.



هل تعلم؟

يتشكل مخزون نشط من درجات الحرارة في كمية كبيرة من الماء عند نقطتها الثلاثية triple point: وهي النقطة التي تتساوى فيها درجة الحرارة والضغط في كافة أشكال الماء: الصلبة والسائلة والغازية.

وسائل قياس الديناميات الحرارية

1) المتر الدينـاموحراري thermodynamic meter: هو وسيلة لقياس أي من معاملات parameters النظام الديناموحراري، مثل السعر calorimeter المستخدم لقياس كمية الحرارة المضافة إلى النظام.

2) الخزّان reservoir: وهو نظام يضفي قيمة معينة لحالة المعامل في النظام. ويعني ذلك أنه يمكن التحكم بطبيعة التماس مع الخزان، فهو من الكبر بحيث يغير حالة المعاملات حين يتصل بباقي النظام. فالضغط الجوي مثلاً يعد خزاناً ديناموحرارياً أساسياً يمارس ضغطاً جوياً على ميزان الحرارة.

الاحتراق

الاحتراق combustion هو حالة من الاضطراب العنيف لإنتاج الحرارة والضوء بالتفاعل مع الأكسجين. ويتضمن الاحتراق تفاعل كيميائي مطلق للحرارة بين المادة المؤكسِدة والوقود.

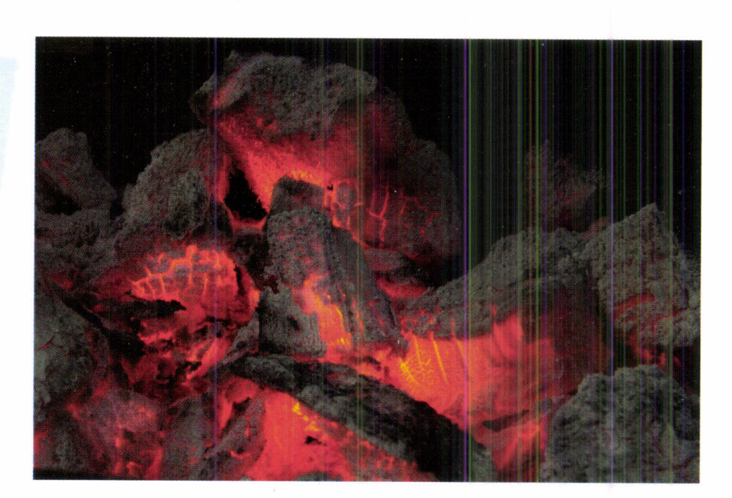
الضوء والحرارة الناتجان يتفاعلان مع الأكسجين ويولدان اضطراماً.

أنواع الاحتراق

الاحتراق الكامل complete combustion: وهو الاحتراق الذي تحترق فيه المتفاعلات بالأكسجين، وينتج عنه عدد محدود من المنتجات. والمنتجات التي تتشكل نتيجة لهذا الاحتراق هي الأكسيدات المعروفة. فمثلاً يعطينا الكربون ثنائي أكسيد الكربون، ويعطينا النتروجين أكسيدات النتروجين، إلخ.

الاحتراق غير الكامل incomplete combustion: يحدث هذا النوع من الاحتراق في ظروف تكون فيها كمية الأكسجين قليلة. وتمنع قلة الأكسجين إنتاج ثنائي أكسيد الكربون والماء.





جذوات مدخنة

الاحتراق الدخاني smoldering: وهو نوع من الاحتراق غير الكامل، يتم ببطء وبدون لهب في درجات حرارة منخفضة. ويقوم هذا الاحتراق بهجوم مباشر على الأكسجين الموجود بكثافة على سطح الوقود.

الاحتراق السريع rapid combustion: يعرف أيضاً بالحريق fire. وهو احتراق سريع تنتج عنه كميات كبيرة من الطاقة الحرارية والضوئية المتمثلة في اللهب. كما ينتج أحياناً كميات كبيرة من الغازات التي تؤدي إلى ضغطٍ عالٍ ينتج عنه صوت قوي، ويعرف الاحتراق في هذه الحال بالانفجار explosion.

وتستخدم الآلات كمحركات الاحتراق السريع وأسلحة الضغط الحراري thermobaric weapons هذا النوع من الاحتراق لتشغيلها.

الاحتراق المضطرم أو الهائج turbulent combustion: الاحتراق المضطرم هو ذلك الاحتراق الذي ينتج عنه لهب متأجج. ويستخدم في عمليات المزج بين أنواع الوقود والمؤكسِدات لزيادة الاحتراق لذا كان مفيداً في التطبيقات الصناعية، كالعنفات التي تعمل على الغاز.

الاحتراق البطيء slow combustion: هو احتراق يحدث في درجات حرارة منخفضة. وهو احتراق داخلي يؤكسد المادة حين تشتعل كتلتها بواسطة الحرارة.

تطبيقات الاحتراق

1) العنفة الغازية gas turbine: تستخدم العنفة الغازية محركاً دواراً يحصل على طاقته من تدفق الاحتراق. وتدعى أيضاً عنفة الاحتراق burning turbine.

2) محرك الاحتراق الداخلي internal combustion engine: حيث يحدث الاحتراق داخل المحرك، كما يحدث في محركات السيارات التي تعمل على مكبس الغازولين gasoline piston التي يحدث الاحتراق في داخلها بدلاً من موقع خارجي كما في المحركات البخارية steam engines.

محرك احتراق داخلي

مصادر الطاقة غير المتجددة

الطاقة غير المتجددة **non-renewable energy** هي أحد المصادر الطبيعية للطاقة، وتأتينا من الأرض، ولا يمكن إنتاجها أو إنماؤها أو خلقها أو استبدالها في فترة زمنية قصيرة. وتعرف مصادر الطاقة الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي بأنه وقود حفري **fossil fuel**، وهي أهم فئات مصادر الطاقة غير المتجددة. وقد تشكّل الوقود الحفري من انحلال المادة الميتة والمتفسخة من نباتية وحيوانية التي ماتت منذ آلاف السنين. والوقود الحفري مادة غير متجددة، لأنه لا يمكن تعويضها بالسرعة نفسها استهلاكها.

الغاز الطبيعي

الغاز الطبيعي natural gas غاز عديم اللون والرائحة. وككل أنواع الوقود الحفري الأخرى من فحم حجري ونفط فإن الغاز الطبيعي يوجد تحت سطح الأرض. ويتألف الغاز الطبيعي في معظمه من غاز يدعى الميثان (أو الميثان) methane. والميثان هو أحد المركبات الهدروكربونية البسيطة، ويتألف من كربون وهدروجين. وتستخدم المركبات الهدروكربونية بشكل أساسي كوقود لإنتاج الحرارة والكهرباء أو لتشغيل السيارات. لذا كان الغاز الطبيعي مفيداً في الأغراض الصناعية والمنزلية ووسائل النقل. وفي الولايات المتحدة تأتي 22٪ من متطلبات الطاقة الإجمالية من الغاز الطبيعي.

محطة إنتاج الغاز الطبيعي.

تشكل الغاز الطبيعي

تَشكَّل الغاز الطبيعي من البقايا المتحللة للنباتات والحيوانات. وتدعى هذه المواد المتحللة بالمواد العضوية organic matter. وقد شكلت هذه المواد العضوية خلال ملايين السنين طبقات سميكة مغطاة بالصخور والتربة. وبفضل الحرارة والضغط تحولت هذه المواد العضوية المحتبسة إلى فحم حجري ونفط (أو بترول) وغاز طبيعي. ويوجد الغاز الطبيعي عادةً بالقرب من احتياطيات البترول.



الفحم الحجري من مصادر الطاقة غير المتجددة.

الغاز الطبيعي المضغوط

يمكن استخدام الغاز الطبيعي المضغوط compressed natural gas كوقود بديل لتشغيل السيارات. وهو غاز طبيعي تم ضغطه إلى حد كبير ضمن خزانات خاصة تدعى الأسطوانات cylinders. والغاز الطبيعي المضغوط أقل حجماً من الغاز الطبيعي لذا فإن لا يحتل حيزاً كبيراً، ويمكننا ذلك من استخدام أسطوانات الغاز الطبيعي المضغوط بشكل عملي في سياراتنا. ويتم استخدام الغاز الطبيعي المضغوط على نطاق واسع في الحافلات والشاحنات والسيارات. ويعد الغاز الطبيعي المضغوط أحد مصادر الوقود البديلة alternative fuels الأكثر أماناً ونظافةً وأقل كلفةً من سواه.



مرافقة أمنية بمحاذاة ناقلة غاز طبيعي سائل.

الغاز الطبيعي السائل

الغاز الطبيعي السائل liquid natural gas هو غاز طبيعي تم تمييعه أو تسييله بواسطة التبريد. ويستخدم الغاز الطبيعي السائل كوقود بديل في مختلف أنحاء العالم.

ومن مميزات الغاز الطبيعي السائل أنه غاز نظيف، وليس له أي ضرر يذكر على البيئة. وحين يتعرض إلى الهواء فإنه يتبخر بسرعة، ويتفرق من دون أن يترك خلفه أي بقايا. والغاز الطبيعي السائل رخيص نسبياً وسهل النقل.

هل تعلم؟

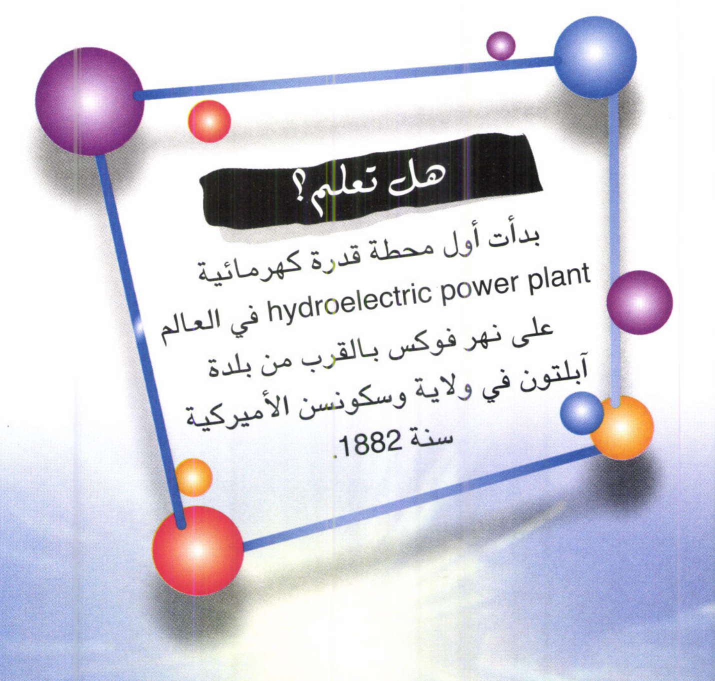
يعد الحبر وأقلام الكرايون والمضيغة (العلكة) وسوائل غسل الصحون وملطفات الجو وأسطوانات التسجيل والنظارات وعجلات السيارات من بين 3000 منتج من منتجات النفط الخام عدا الوقود كالغازولين والديزل.



يمكن استخراج النفط الخام من أعماق البحر أيضاً.

مصادر الطاقة المتجددة-1

مصادر الطاقة المتجددة renewable energy sources هي مصادر طبيعية يمكن للطبيعة أن تشكلها وتعوضها خلال فترة زمنية قصيرة. فالطبيعة دائبة التشكيل لهذه المصادر. وتشمل المصادر المتجددة النباتات والتربة والماء وضوء الشمس.



القدرة الشمسية

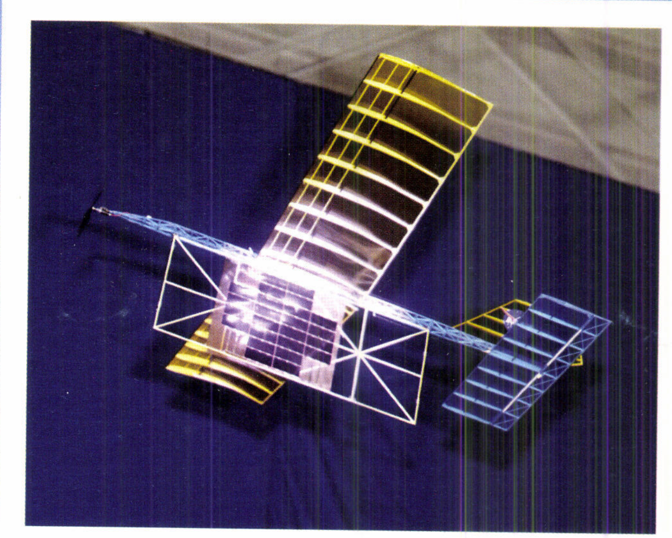
الشمس هي مصدر طاقة القدرة الشمسية solar power. إلا أن طاقة الشمس ليست متاحة في جميع الأوقات. تنتج الطاقة الشمسية عن التحويل الفولطاضوئي photovoltaid conversion. وتولّد القدرة الكهربائية بشكل مباشر من ضوء الشمس ضمن خلية فولطا ضوئية photovoltaid cell، وكذلك تولّد القدرة الشمسية بواسطة المولدات الكهرحرارية الشمسية solar-thermal electric generators. وهي تسخر طاقة الشمس لإنتاج البخار الذي يدفع العنفات المولدة للكهرباء.

محطات القدرة الحرارية الشمسية

تستخدم محطات القدرة الحرارية الشمسية solar thermal power plants الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء بشكل مباشر. وتجهز اللاقطات الحرارية الشمسية solar thermal receptors بحيث تسخن سائلاً مولداً للبخار. تحول عنفة البخار إلى طاقة ميكانيكية ثم تتحول هذه بدورها إلى كهرباء بواسطة مولد ملحق بالعنفة.



محطة شمسية



خلية فولطائية ضوئية.

محاسن ومساوئ الخلايا الفولطاضوئية

تحول الخلايا الفولطاضوئية الطاقة مباشرةً إلى كهرباء، وهي خلايا سهلة التركيب، ويمكن استخدامها في أي مكان، ولا تحتاج هذه الخلايا إلى أجهزة توليد ميكانيكية ثقيلة. ولا تولد الخلايا الفولطاضوئية أية منتجات ثانوية، كما أنها لا تحدث تلوثاً صوتياً. إلا أنها للأسف لا تعمل إلا في المناخات الحارة، فالخلايا الفولطاضوئية عديمة الفائدة أثناء الطقس الغائم أو في الليل.

تاريخ القدرة المائية

القدرة المائية هي أحد مصادر الطاقة القديمة. وكان اليونانيون القدماء من أوائل من عرفوا استخدامات القدرة المائية؛ فقد استخدموا الطواحين المائية water wheels لطحن القمح إلى طحين. وقد كانت هذه الطواحين المائية تشبه كثيراً العنفات الحديثة. ثم استخدم نوع آخر وأكبر من النواعير في القرون الوسطى لتوليد القدرة. وقد نشأت العنفات الحديثة اعتماداً على مبدأ الطواحين المائية، وكان أول من اخترع العنفة المهندس الفرنسي بِنوا فورنيرون Benoit Forneyron سنة 1827.

القدرة المائية

يقصد بالقدرة المائية عملية توليد القدرة من الماء الجاري حين يدير عنفةً متصلةً بمولد. وتتبع طريقتان مختلفتان في الأنظمة الكهرمائية. في الطريقة الأولى يبذل الماء المختزن في السدود ضغطاً على شفرات العنفة التي تسيِّر المولد فتنتج الكهرباء. وفي الطريقة الثانية تطبق قوة تيار النهر على شفرات العنفة فتحركها بسرعة كبيرة مما يجعلها تولد الكهرباء.

محطة قدرة مائية

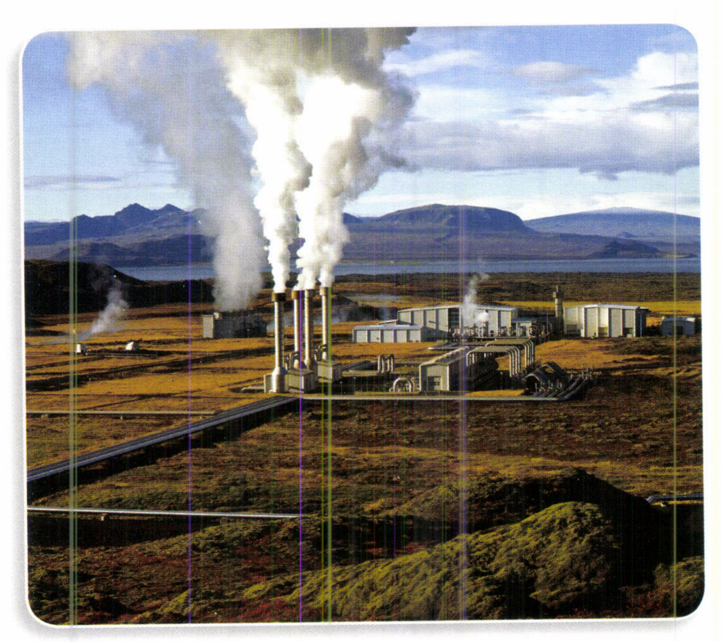
مصادر الطاقة المتجددة-2

القدرة الحرارية الأرضية

تعد الطاقة الحرارية المدفونة تحت الأرض هي مصدر القدرة الحرارية الأرضية (أو الجوفية) geothermal power. ففي بعض المناطق تحت الأرض تسيل المغما أو المواد المصهورة قريبةً من سطح الأرض مما يسخن المياه الجوفية ويحولها إلى بخار.

وتبنى محطات القدرة الحرارية الأرضية بالقرب من هذه الخزانات الساخنة من المياه الجوفية، وهي تشبه أية محطة قدرة أخرى إلا أنها لا تحرق الوقود لتوليد الكهرباء. ففي محطات القدرة الحرارية الأرضية يضخ الماء البارد عبر أنابيب إلى جوف الأرض فتحول حرارة الأرض الماء البارد إلى حرارة وبخار. ويستخدم البخار لتدوير العنفات وتوليد الكهرباء. وتستخدم الحرارة المولدة بشكل مباشر في أنظمة التدفئة المركبة في المباني.

تعد محطة القدرة الحرارية الأرضية في لاردريلو Lardello بجنوب إيطاليا أول محطة قدرة حرارية أرضية في العالم، وقد بنيت سنة 1911. وموقع المحطة يعرف بوادي الشيطان Valle del Diavolo (Devil's Valley).



محطة حرارية أرضية في إيسلندا.

قدرة الرياح

تولد قدرة الرياح باستخدام عنفة تركب عادةً على برج. وتلتقط العنفة طاقة الرياح، وتحولها إلى كهرباء. وقد استخدمت قدرة الرياح لسنوات طويلة لتشغيل الطواحين والمضخات المائية.

محطات الرياح

محطات (أو مزارع) الرياح wind farms هي مناطق مسطحة ومفتوحة تهب فيها الرياح بسرعة لا تقل عن 14 ميلاً في الساعة (22كم/سا). وتحوي محطات الرياح عشرات العنفات الهوائية التي تنتج الكهرباء. وتعد قدرة الرياح wind power من أسرع التقنيات في العالم لإنتاج الكهرباء. أما أكبر محطة رياح في العالم فهي مركز طاقة الرياح في هورس هولو Horse Hollow Wind Energy Center في ولاية تكساس الأميركية، إذ إنها تحوي 421 عنفة هوائية تنتج قدرة كهربائية كافية لـ 230.000 منزل في كل عام.



محطة رياح

طاقة الأمواج

تحمل الأمواج كميات هائلة من الطاقة التي تتحرر عند الخط الساحلي. ويمكن لأمواج المحيطات على طول سواحل العالم أن تولد ما بين 2–3 مليون ميغا واط من القدرة. وتوجد السواحل الغنية بقدرة الأمواج wave power في غربي الولايات المتحدة وأوربا وجنوب أفريقيا وشمال كندا واليابان ونيوزيلندا وأستراليا. وفي الولايات المتحدة يملك الخط الساحلي لكاليفورنيا أعلى إمكانيات إنتاج للقدرة الموجية.



الطاقة في المحيطات

تغطي المحيطات 70٪ من سطح الكرة الأرضية، وهي من أكبر الممتصات للطاقة الشمسية مما يجعلها مصدراً محتملاً لطاقة نظيفة ومتجددة. ولو استطعنا الحصول على 0.2٪ من هذه الطاقة لولدنا ما يكفي من القدرة لتغطية كافة احتياجاتنا من الطاقة. ويمكن الحصول على طاقة المحيطات من الأمواج وحركتي المد والجزر.

قدرة المد والجزر

تنقل حركات المد والجزر في المحيطات كتلاً مائية ترتفع وتنخفض دورياً في معظم أرجاء الكرة الأرضية. وتعد حركات المد والجزر المحيطية مصدراً محتملاً لطاقة نظيفة بديلة؛ فكلما ارتفع منسوب المياه أو انخفض حمل معه كمية كبيرة من الطاقة. ولو تمكنا من تسخير كافة الطاقات الموجودة في المد والجزر tidal energy لحصلنا على 64.000 ميغا واط من الكهرباء. إلا أنه لا تصلح جميع سواحل العالم لتوليد الكهرباء من المد والجزر؛ فالسواحل المفيدة لتوليد الكهرباء هي تلك التي يكون الفارق بين المد والجزر فيها لا يقل عن 16 قدماً. ومن المواقع الممكنة لتوليد الطاقة المدية الجزرية هي تلك الموجودة في المملكة المتحدة ونيوزيلندا وتركيا وأستراليا وكندا.

محطات الأمواج

محطات (أو مزارع) الأمواج wave farms هي منشآت تستخدم لتوليد قدرة الأمواج معتمدةً على مختلف التقنيات. وقد بنيت أول محطات أمواج في العالم في منتزه أغوسادورا Aguçadura Wave Park الساحلي في البرتغال. يستخدم المنتزه آلية تحويل الطاقة الموجية المسماة بيلامِس Pelamis ليتحكم بقدرة الأمواج. ويستخدم نظام بيلامس أنابيب فولاذية حمراء وضخمة متصلة ببعضها البعض، وتتصل الأنابيب بشبكة قدرة بواسطة كابل وحيد لتوليد الطاقة.

الإيثانول

الإيثانول ethanol وقود حيوي، وهو سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة. ونحصل على الإيثانول بتخمير السكر الذي نحصل عليه من محاصيل الذرة والذرة البيضاء وقصب السكر والقمح والأرز. كما يمكن إنتاجه من الأعشاب ودوالي العنب والخشب وبقايا المحاصيل والجرائد القديمة. يستخدم هذا الوقود الحيوي المتجدد كوقود بديل على نطاق واسع. ويمزج الإيثانول مع الغازولين غير المرصص unleaded gasoline ويستخدم كوقود لوسائل النقل. وهو الآن أكثر وقود حيوي تستخدمه وسائل النقل في العالم. والإيثانول وقود نظيف، ويبعث أقل من 25٪ من غازات الدفيئة من أي وقود نقل تقليدي آخر.


مصنع إنتاج الإيثانول

القوة

تعرف الطاقة أو الشدة الفيزيائية التي تؤثر أو تحدث تغييراً في كمية فيزيائية ما بالقوة force. ويمكن تعريفها على أنها دفع أو سحب جسم لتحريكه من حالة السكون state of rest التي يكون عليها. يمكن للقوة إذاً أن تتسبب بتسارع جسم ذي كتلة أو بتغيير سرعته الموجهة. وهي كمية متجهة ذات مقدار واتجاه.

أنواع القوة

يوجد الكثير من أنواع القوى في الطبيعة. تصنف القوة إلى صنفين رئيسين بحسب ما إذا كانت ناتجة عن تماس contact أو عدم تماس non-contact جسمين متفاعلين، وهذان الصنفان هما: قوى التماس contact forces وقوى الفعل عن بعد action-at-a-distance forces.

أ- قوى التماس

هي القوى التي تحرك الجسم بمسه أو الاتصال به مباشرةً. وتنتج هذه القوة حين يبدو أن جسمين متفاعلين يتصلان ببعضهما فيزيائياً. حيث ينص قانون نيوتن الثالث للحركة Newton's third law of motion أن قوى التماس توجد في اتجاهات متساوية ومتعاكسة. وتعد قوى الاحتكاك friction والشد tension والقوة الطبيعية normal force هي ثلاث أنواع لقوى التماس.

قوة الاحتكاك

هي قوة التضاد force of opposition التي تنتج حين يتصل سطح جسم ما بسطح جسم آخر. وتُدعى قوة التضاد الناتجة بالمقاومة resistance. ويعتمد الاحتكاك الناتج على طبيعة السطحين ودرجة انضغاطهما على بعضهما. وهي أيضاً نوعين: احتكاك حركي kinetic friction، واحتكاك ساكن static friction.

قوة الشد

تدعى عظمة قوة السحب التي تطبقها الخيوط والحبال والسلاسل على أجسام أخرى بقوة الشد tension force. وهي تكون دائماً في اتجاه الجسم الساحب لجسم الآخر، أي أنها تقاس بالتوازي مع الخيط الذي تطبق عليه القوة. وفي هذه الحال تكون كتلة الخيط أو الحبل نفسها غير ذات أهمية.

القوة الطبيعية

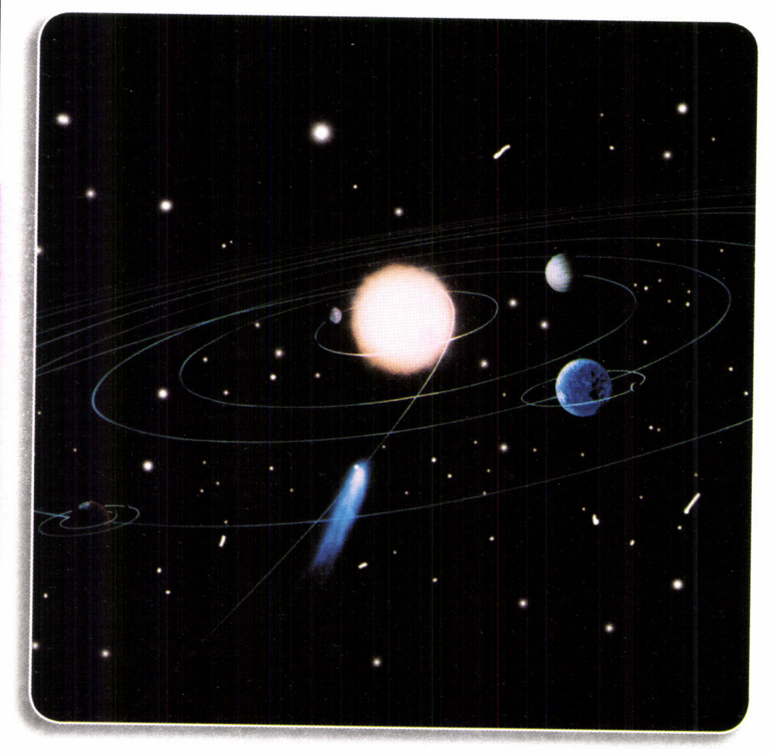
القوة الطبيعية normal force هي قوة فعل action ورد فعل reaction تحدث في غياب أية قوة احتكاكية. وهي دائماً عمودية على سطح التماس. وتحسب القوة الطبيعية على أنها كتلة الوزن w تساوي mg على سطح مائل بزاوية θ على الخط الأفقي، وتعادل قوى طبيعية ومماسية هي:

$$F_n = mg \cos \theta$$

حيث g تسارع الجاذبية التي تشير دائماً إلى مركز الأرض.

ب - قوى الفعل عن بعد

تدعى القوى التي توجد في غياب التماس الفيزيائي بين جسمين متفاعلين بقوى الفعل عن بعد action-at-a-distance forces. يحدث هذا التفاعل في الفراغ، ولا يوجد وسط بين الجسمين المتفاعلين. ومن أمثلة قوى التفاعل عن بعد: قوة الجاذبية، والقوة المغناطيسية، والقوة الكهربائية.



تبقى الكواكب في مداراتها بسبب الجاذبية التي بينها وبين الشمس.

قوة الجاذبية

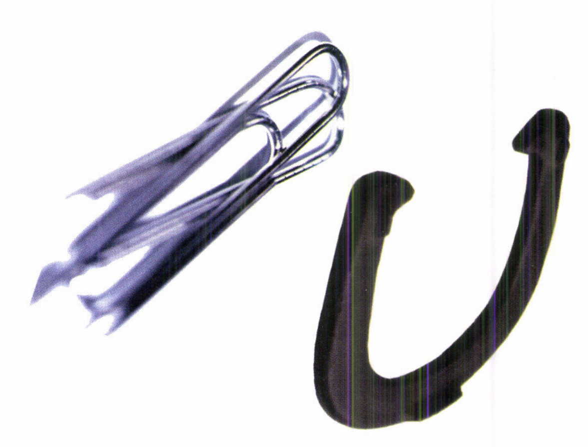
قوة الجاذبية gravitational force هي القوة الناتجة عن وجود الجاذبية الأرضية وجاذبية الأجرام الفضائية الأخرى. وتبدي جميع الأجرام الفضائية قوى جاذبية تشد إليها الأجرام والأجسام الأخرى. اكتشف قانون هذه القوى السير إسحق نيوتن Sir Isaac Newton. وبحسب قانون نيوتن للجاذبية فإن كل كتلتين في الفضاء تجذبان بعضهما بعضاً بقوى شد جاذبة. ونحصل على قيمة هذه القوة من المعادلة:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

حيث F هي القوة بين الكتلتين (وتقاس بالنيوتن)، m_1 و m_2 هما الكتلتان للجسم الأول والثاني على التوالي (وتقاسان بالكيلوغرام)، و r هي المسافة بين مركز هاتين الكتلتين (تقاس بالأمتار)، و G هي ثابت الجاذبية العالمي ($6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$).

القوة المغناطيسية

وهي شبيهة بالقوتين السابقتين، ولكن القوة المغناطيسية magnetic force تختلف عن قوة الجاذبية والقوة الكهربائية في أن طاقتها الكامنة potential والعزمية momentic تكون على حساب الحقل المغناطيسي زمنياً. لذا فإن القوة المغناطيسية بين شحنتين متحركتين يمكن التعبير عنها بأنها التأثير المطبق على كل شحنة بحقل مغناطيسي تخلقه الشحنة الأخرى.



تنجذب الشكالات إلى مغناطيس الحدوة بسبب القوة المغناطيسية.

القوة الكهربائية

القوى الكهربائية هي التجاذب أو التنافر الذي يحدث حين يشحن جسم ما. والشحنة هي مصدر القوى الكهربائية. كمثال على هذه القوى الجاذبة بين الإلكترونات والنواة.



وحدة قياس القوة

النظام العالمي لقياس القوة هو النيوتن Newton، ويرمز له بالحرف (N) ويعرف النيوتن الواحد بأنه القوة المطلوبة لتسريع كيلوغرام واحد من الكتلة بمقدار متر واحد في الثانية المربعة.

الحركة

الحركة motion هي تغيير وضعية أو موقع جسم ما بالنسبة إلى الزمن حين تطبق قوة على هذا الجسم. وبتحديد أكثر تعني الحركة تغيراً مكانياً spatial أو زمنياً temporal في نظام فيزيائي، وهي تحدث نتيجة لقوة مطبقة ويمكن التعبير عنها باصطلاحات السرعة الموجهة.

قوانين الحركة

تقرر الحركة عالمياً بواسطة قوانين الحركة التي وضعها السير إسحق نيوتن. ويشكل قانون نيوتن للحركة Newton's law of motion الأساس لعلم الميكانيك التقليدي. وقد طرح نيوتن مجموعة من ثلاثة قوانين تشرح العلاقة بين القوة المطبقة على جسم والحركة التي تسببها هذه القوة.

القانون الأول: ينص على أن الجسم يستمر في الوجود بحالته الأصلية إلى أن تطبق عليه قوة ما فتجبره على تغيير حركته. وبمعنى آخر يبقى الجسم المتحرك متحركاً والجسم الساكن ساكناً إلى أن تطبق عليهما قوة خارجية. ويعرف ذلك أيضاً باسم قانون العطالة (أو القصور الذاتي) law of inertia.

القانون الثاني: يشرح العلاقات النوعية بين القوة والكتلة وتغيرات الحركة، وينص على الحاجة إلى قوة أكبر لتحريك جسم ثقيل للمسافة نفسها التي يتحرك لها جسم أخف وزناً. ويعبر عن ذلك بالصيغة التالية:

$$F = ma$$

حيث F هي القوة المطبقة التي تحددها كتلة الجسم m وتسارعه بسبب الجاذبية a.

القانون الثالث: وهو أكثر القوانين الثلاثة شهرةً. وهو ينص على أنه لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه. أي أن أفعال وردود أفعال القوى المتبادلة متساوية من حيث المقدار، ولكنها تسير في اتجاهات متعاكسة.



تشكل الأرجوحة حركة اهتزازية.





أنواع الحركة

تقسم الحركة إلى ستة أنواع هي: الحركة التوافقية البسيطة، والحركة الخطية، والحركة البراونية، والحركة الرحوية، والحركة الدائرية، والحركة الترددية.

الحركة التوافقية البسيطة

يمكن لحركة رقاص الساعة البسيطة أن تشرح المقصود بالحركة التوافقية البسيطة simple harmonic motion؛ فهي تدل على حركة جيبية sinusoidal للجسم. وبحسب قانون هوك Hooke's law فإن كل جسم يتعرض إلى حركة توافقية بسيطة بحيث يكون طول النابض متناسباً طرداً مع الثقل المحمول عليه طالما أن هذا الثقل لا يزيد عن حد مرونة النابض.

الحركة الخطية

وكما نستدل من اسمها فإن الحركة الخطية linear motion هي حركة على خط أو درب واحد. ويمكن لهذه الحركة أن تكون منتظمة أو غير منتظمة. ويمكن وصف حركة جسيم (أو نقطة) بموضعه x الذي يتغير مع الزمن t.

الحركة البراونية

الحركة البراونية Brownian motion (أو النغشان) هي حركة الجسيمات العشوائية حين تكون معلقة في سائل أو غاز. ولا تتبع هذه الحركة مساراً معيناً، وهي متعرجة الاتجاهات. ويمكن أحياناً لتصادم الجسيمات بجزيئات السائل أن يؤدي إلى حركة رحوية للجسيم، ويدعى ذلك بالحركة البراونية الرحوية rotational Brownian movement.

تتحرك عجلات الدراجة بحركة رحوية أو دورانية.

الحركة الرحوية

الحركة الرحوية أو الدورانية rotary motion هي حركة دوران حول محور ثابت . ومن أفضل الأمثلة على ذلك دوران عجلة الدراجة على محورها.

الحركة الدائرية

تدعى الحركة على مسار دائري أو حول دائرة بالحركة الدائرية circular motion، ويمكن أن تكون منتظمة أو غير منتظمة. ففي الحركة الدائرية المنتظمة تنتقل الأجسام بسرعة ثابتة محافظة على بعدها الثابت عن محور الدوران. أما الحركة الدائرية غير المنتظمة فهي تنتقل بسرعات مختلفة على المسار الدائري.

الحركة الترددية

تعرف الحركة الترددية reciprocating motion بالاهتزاز vibration. ويقال عن جسم: إنه يتحرك حركة ترددية إذا كان ينتقل جيئة وذهاباً أو نحو الأعلى ونحو الأسفل.



يتحرك رقاص الساعة بحركة ترددية.

الاحتكاك

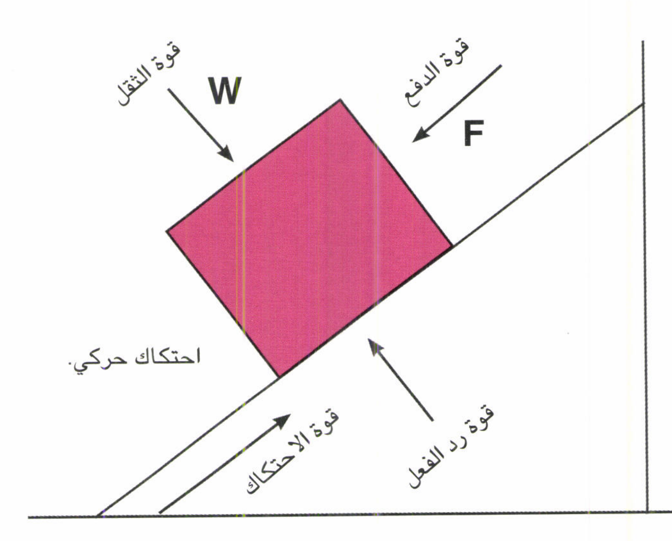
الاحتكاك friction هي قوة التضاد التي تتولد كلما حاول جسم ما أن يتحرك عبر جسم آخر. ويحدث الاحتكاك عادةً عندما يكون سطح الجسم خشناً لأن السطح الخشن يبدي مقاومة أكبر، أما السطح الأملس فهو أقل مقاومةً.

تؤدي صعوبة تحرك السيارة على الرمل إلى خلق احتكاك ساكن بينهما.

أنواع الاحتكاك

الاحتكاك الساكن

الاحتكاك static friction هو الاحتكاك الذي يحدث بين أسطح غير متحركة نسبياً، أو أنها في حالة السكون بالنسبة لبعضها بعضاً. ويتفاوت مُعامل الاحتكاك الساكن بين الصفر وأقل قوة مطلوبة لتحريك الجسم في حالة السكون، ويرمز له بالحرفين μ_s.





مُعامِل الاحتكاك

يرمز للاحتكاك القراري عادةً بالرمز μ_s وهو أعلى من معامل الاحتكاك الحركي. ويطلق أحياناً على أعلى قيم الاحتكاك الساكن حين تكون الحركة على وشك البدء بالاحتكاك الحدّي أو النهائي limiting friction.

$$\mu_s = \frac{F_s}{N}$$

حيث:

μ_s: معامل الاحتكاك الساكن.

N: قوة طبيعية.

يرمز لمعامل الاحتكاك الحركي بالحروف μ_k، ويمكن تمثيله كما يلي:

$$\mu_k = \frac{F_k}{N}$$

حيث:

M_k: معامل الاحتكاك الحركي.

N: قوة طبيعية.

الاحتكاك الحركي

يحدث الاحتكاك الحركي kinetic friction حين يكون كلا الجسمين المحتكّين في حركة نسبية بالنسبة لبعضهما. ويُدعى الاحتكاك الحركي بين مادة صلبة ومادة مائعة (سائلة أو غازية) بالاحتكاك المائع fluid friction، أما إذا حدث بين جسمين صلبين فيدعى بالاحتكاك المنزلق sliding friction. ويرمز لمعامل الاحتكاك الحركي بالحرفين μ_k.

W
F
$F_f = \mu N$
احتكاك ساكن
N

يساعد الاحتكاك على تماسك العربة المنزلة مع الجسر

العطالة

العطالة inertia هي خاصية الجسم لأن يقاوم أي تغيير في السرعة الاتجاهية. واكتشف قانون العطالة غاليليو غاليلي في القرن السادس عشر. وقد اعتقد غاليليو أن الاحتكاك الذي يصنعه جسم ما لمقاومة التحرك يؤدي إلى العطالة، من هنا كان تفسير غاليليو للعطالة شبيهاً بقانون نيوتن الأول للحركة.

الكتلة والعطالة

تُعرَّف الكتلة mass على أنها خاصية الجسم لأن يكون له وزن في الثقالة. والكتلة أيضاً قياس كمي quantitative measure لعطالة جسم. ويمكن تحديد علاقة الكتلة بالعطالة بحسب الصيغة التالية:

$$F = ma$$

حيث F هي القوة، وm هي الكتلة، وa هي التسارع بسبب الثقالة. ويوحي ذلك بأن القياس الكمي أو العددي لعطالة جسم ما، أي مقاومته للتسارع، تدعى الكتلة.

الصياح البرَّام (أو البلبل) هو أحد أفضل الأمثلة لتبيان العطالة.

الكتلة العطالية

الكتلة العطالية inertial mass هي الكتلة الثقالية نفسها gravitational mass مع الاختلاف في طريقة تقريرهما. يمكن تقدير كتلة الثقالة بمقارنة قوة ثقالة كتلة غير معروفة مع كتلة معروفة، أما كتلة العطالة فتحسب بتطبيق قوة معروفة على كتلة غير معروفة لقياس التسارع، وبتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد أن:

$$m = \frac{F}{a}$$

ويتناسب تسارع جسم ساقط عكساً مع كتلة عطالته وطرداً مع كتلة ثقالته. وحيث أن جميع الأجسام الساقطة لها التسارع الثابت فيجب أن تكون كلا الكتلين متساويتين. وبذلك يمكن تمثيل الكتلة العطالية بما يلي:

$$m = \frac{P}{v}$$

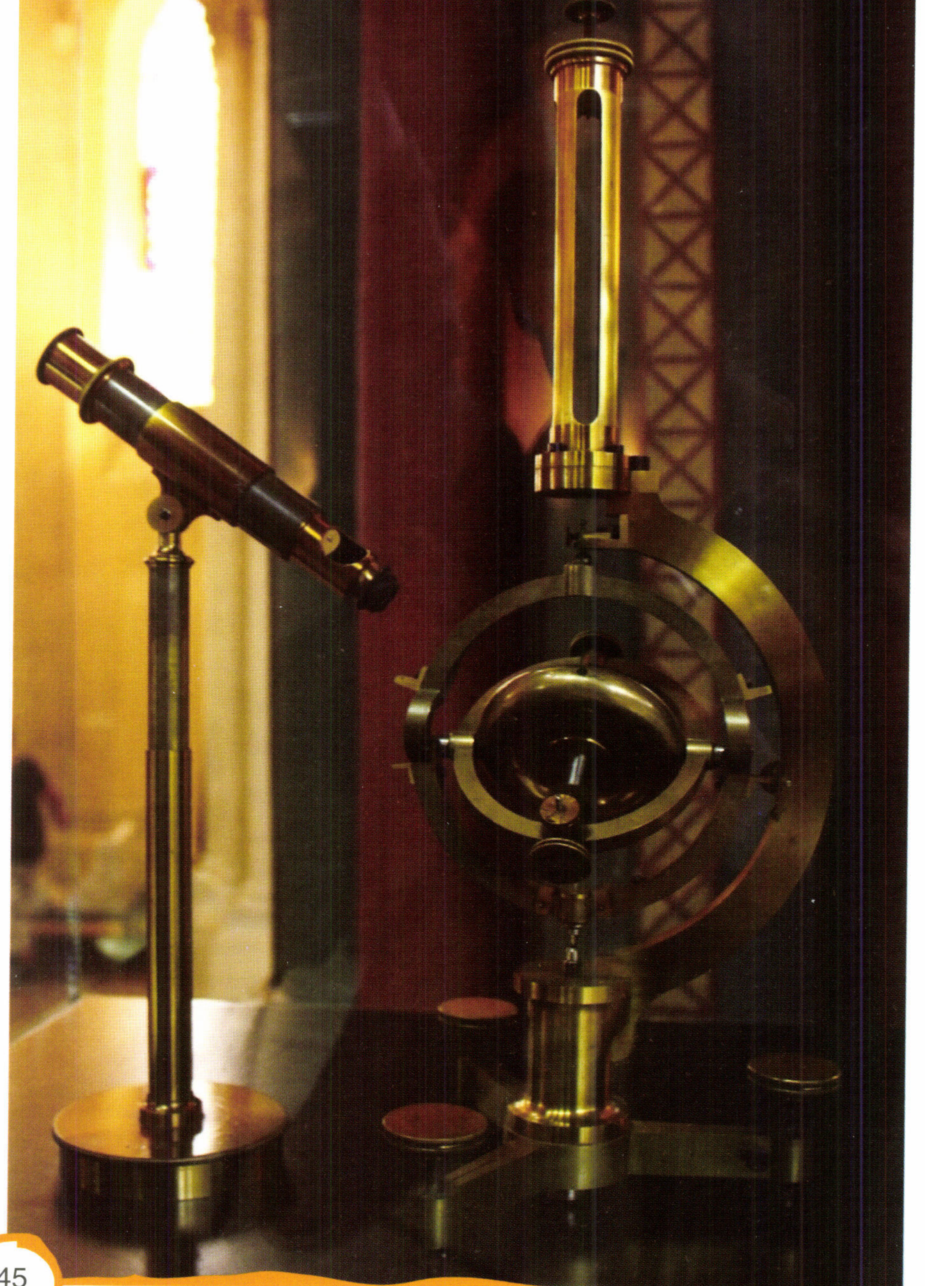
حيث m تدل على الكتلة العطالية، و P هي زخم الجسم في السرعة الموجهة v.

هل تعلم؟

يدور القمر الصنعي في مساره حول محطته بتفاعل عطالته وجاذبية الثقالة الموجودة بينه وبين المحطة. وتجعل العطالة القمر الصنعي يدور في خط مستقيم.

قمر صنعي

الجيروسكوب (البوصلة الدوارة) gyroscope هو عجلة أو قرص مركب ليدور بسرعة حول محور، وهو يبين مبدأ العطالة الجيروسكوبية gyroscopic inertia.



عزم العطالة

عزم عطالة moment of inertia جسم هو مقاومته للتغيير في معدل دورانه، وبذلك يكون قياساً لمقاومته للتسارع الزاوي. إنه مقاومة ضد الدوران. وهو يُساوي نتاج كتلة الجسم في مربع أقصر مسافة من محور دورانه. ويعرف أيضاً بعزم العطالة للكتلة mass moment of inertia أو بالكتلة الزاوية angular mass لأنه النظير الدوراني للكتلة. كذلك يتعلق لحظة عطالة جسم ما بتوزع الكتلة في الجسم.

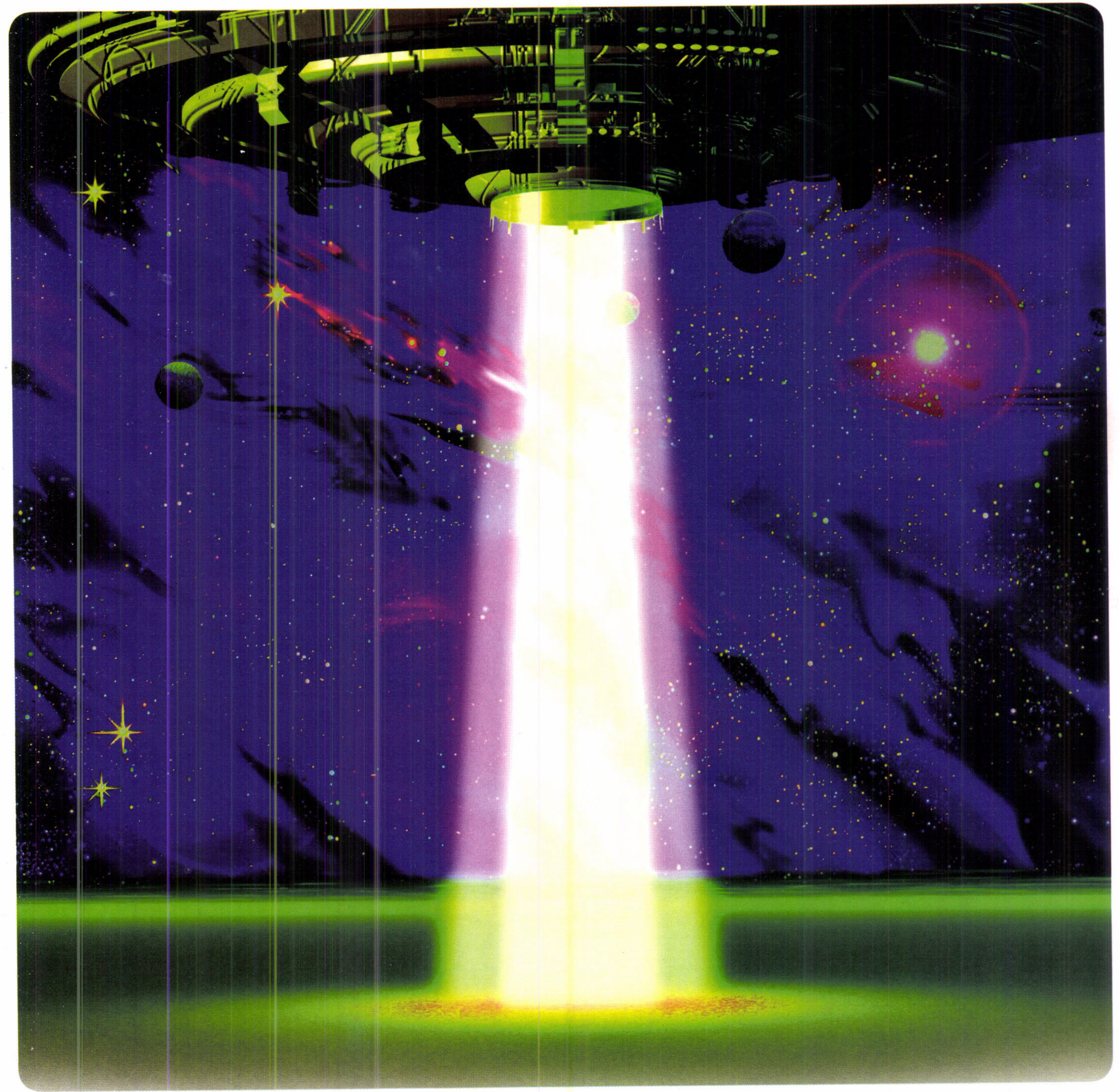
ويرمز لها عادةً بالحرف I وتمثل كما يلي:

$$I = \int r^2 dm$$

حيث I ترمز إلى العطالة، وr تمثل المسافة من محور الدوران، وm هي كتلة الجسم.

الموجات

الموجة **wave** هي طاقة مُزاحة أثناء انتقالها على وسط. والانزياح الحاصل هو العامل الرئيس في صنع الموجة. وينتج الانزياح عن اضطراب يحدثه جسيم أثناء انتقاله عبر وسط من نقطة إلى أخرى، ناقلاً الطاقة من دون أن ينقل المادة.



الموجات الضوئية هي أحد أشكال الموجات الكهرطيسية.

أنواع الموجات

استناداً إلى وسط الانتقال يمكن تقسيم الموجات إلى الأنواع التالية: موجات ميكانيكية، وموجات كهرطيسية، وموجات مادة.

أ ـ الموجات الكهرطيسية:

الموجات الكهرطيسية electromagnetic waves هي تلك التي يمكنها الانتقال في وسط أو في الفراغ، أي أن الوسط المادي ليس ضرورياً لانتقال الموجات الكهرطيسية. وتنشأ هذه الموجات العالية السرعة نتيجة لتغيرات في الحقول الكهربائية والمغناطيسية.

ومن الموجات الكهرطيسية الشائعة: الموجات اللاسلكية radio waves، والأشعة السينية x-rays والموجات الصُغرية micro waves، والموجات الضوئية light waves، وتختلف كل منها في أطوال موجاتها wavelengths، وتكرر الموجات الكهرطيسية نفسها على مسافة من أطوال موجاتها.

ب ـ موجات المادة:

تعرف موجات المادة matter waves بموجات بروليي؛ فقد اقترح نظريتها لويس دي بروي Louis de Broglie واعد أن طول الموجة لموجات المادة يتناسب عكسياً مع زخم الجسيم، أما التردد frequency فيتناسب طردياً مع الطاقة الحركية للجسيم.

وقد وضع دي بروي الصيغة التالية لتحديد طول الموجة:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

حيث λ تعني طول الموجة، وh هي ثابت بلانك، وp هي زخم الموجة.



الأشعة السينية التي تبثها النجوم هي أحد أشكال الإشعاع الكهرطيسي.

ج ـ الموجات الميكانيكية

الموجات الميكانيكية mechanical waves: تحتاج إلى وسط لانتقالها. ومن أمثلة الموجات الميكانيكية: الموجات الصوتية sound waves، والموجات المائية water waves. وتعد الموجات الميكانيكية عادةً موجات مرنة، كما يعتمد انتقالها على مرونة الوسط. وتقسم الموجات الميكانيكية بحسب اتجاهها إلى نوعين:

الموجات المستعرضة transverse waves: وهي موجات تتسبب في اهتزاز الجسيم باتجاه عمودي على اتجاه انتقالها. بمعنى آخر: في الموجات المستعرضة يكون انزياح الجسيمات في الوسط عمودياً على اتجاه حركة الموجة. وتعد الموجات المائية مثالاً على الموجات المستعرضة.

الأمواج الطولية longitudinal waves: تُعرف الموجات التي تنتقل فيها الجسيمات في اتجاه الموجات نفسه بالموجات الطولية (أو الطولانية)، حيث تتذبذب الموجة قدماً وخلفاً من موقع توازنها. ومن أشهر الأمثلة على الموجات الطولية: هي الموجات الصوتية.



أمواج البحار والمحيطات هي أحد أشكال الموجات الميكانيكية.

الاهتزاز

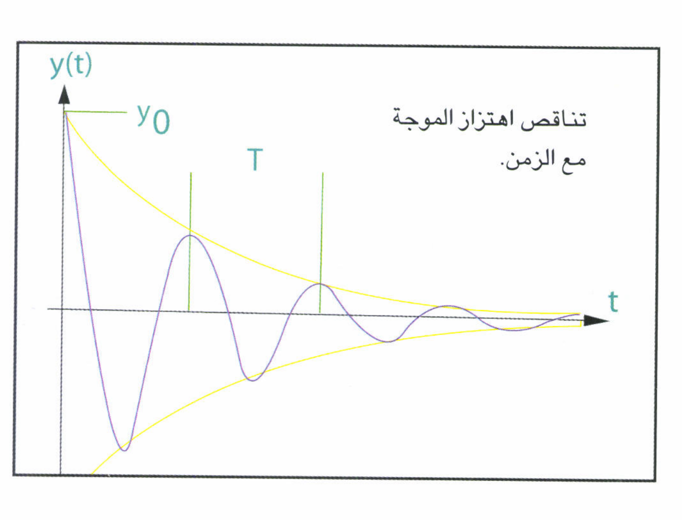
نسمي التغير المستمر في قيمة أو حركة جسم ليصل إلى أدنى وأعلى مستوياته بالاهتزاز (أو النَوَسان أو الخَطَران) **oscillation**. بمعنى آخر: يقال عن جسم بأنه في وضعية التذبذب حين يكون في حركة دورية **periodic motion**. يمكنا القول إن الاهتزاز هو الحركة التي تكرر نفسها ضمن فترات زمنية منتظمة. وأبسط أنظمة الاهتزاز الميكانيكية هي كتلة معلقة بنابض خطي وليست معرضة إلى أية قوى أخرى.

الحركة التوافقية البسيطة

عندما يتعرض الجسم لقوة وحيدة متناسبة طرداً مع الانزياح وتتوجه نحو الاتجاه المقابل يقال بأن الجسم في حركة توافقية بسيطة simple harmonic motion. فالحركة الوليدة ضمن فترات تتذبذب حول موضع توازن equilibrium position في وضعية جيبية (أي ذات تموج جيبي) لها فترة وتردد وسعة حركة ثابتة.

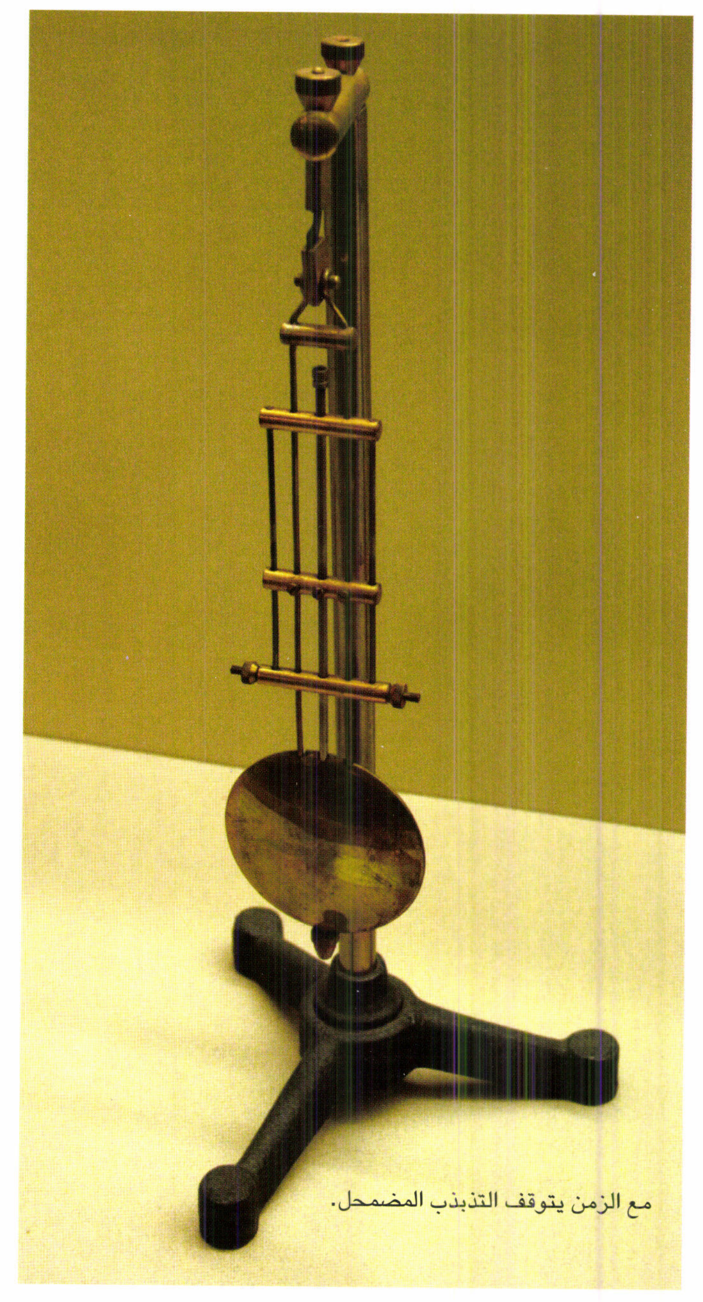


ركوب الأرجوحة حركة توافقية بسيطة.



الاهتزاز المضمحل والاهتزاز المدار

يدعى إبطاء اهتزاز نظام بواسطة الاحتكاك بالاضمحلال (أو المضاءلة) damping. وبمعنى آخر الاضمحلال هو إنقاص من سعة (أو مدى) التأرجح بسبب الاحتكاك، لاسيما في الحركة التوافقية. ولمنع الاضمحلال كان من الضروري أن نزود النظام بمصدر آخر من الطاقة، لنحصل على اهتزاز مُدار أو مُساق driven oscillation.



مع الزمن يتوقف التذبذب المضمحل.

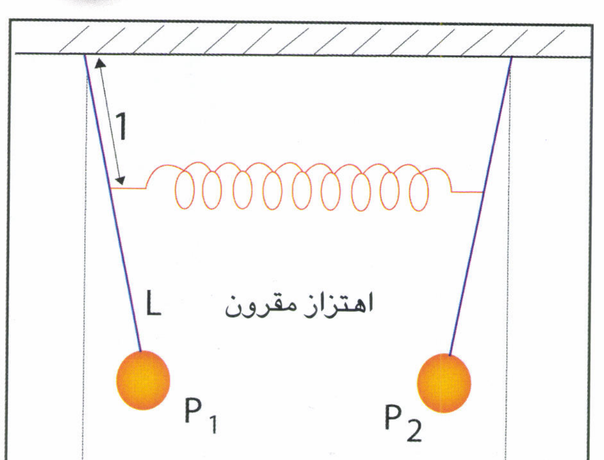


هل تعلم؟

يدعى تأرجح ضغط الهواء السطحي في مدينة داروين الأسترالية وفي جزر تاهيتي في جنوب المحيط الهادي بالاضمحلال الجنوبي Southern damping؛ فحين يعلو الضغط في أحد هذين المكانين ينخفض في المكان الآخر.

الاهتزاز المقرون

يمتلك الاهتزاز المقرون (أو الاقتراني) coupled oscillation ونظامه النموذجي خاصية تمتعه بدرجة واحدة من الحرية degree of freedom. أما الأنظمة الأكثر تعقيداً من الهزاز المقرون البسيط ففيها درجات أعلى من الحرية. في هذه الهزازات يتأثر كل متغير variable بمتغير آخر، ويؤدي هذا التأثير إلى مضاعفة درجات الحرية المفردة. ومثال على ذلك: تزامن رقاصَي الساعة المعلقة على الجدار.



الموائع

أي مادة تغير من شكلها بتأثير أي نوع من أنواع التوتر تدعى بالمائع fluid. وتضم الموائع غازات وسوائل. وتعد جميع الغازات مائعة، ولكن السوائل ليست كلها مائعة بالضرورة. وبسبب جسيماتها السريعة الحركة تأخذ الموائع شكل الوعاء الذي توضع فيه.

خواص الموائع

تمتلك الموائع الخاصية الملزمة لها بالتدفق flow بسبب عدم قدرتها على تحمل أي توتر. وفيما يلي بعض الخواص الأخرى للموائع:

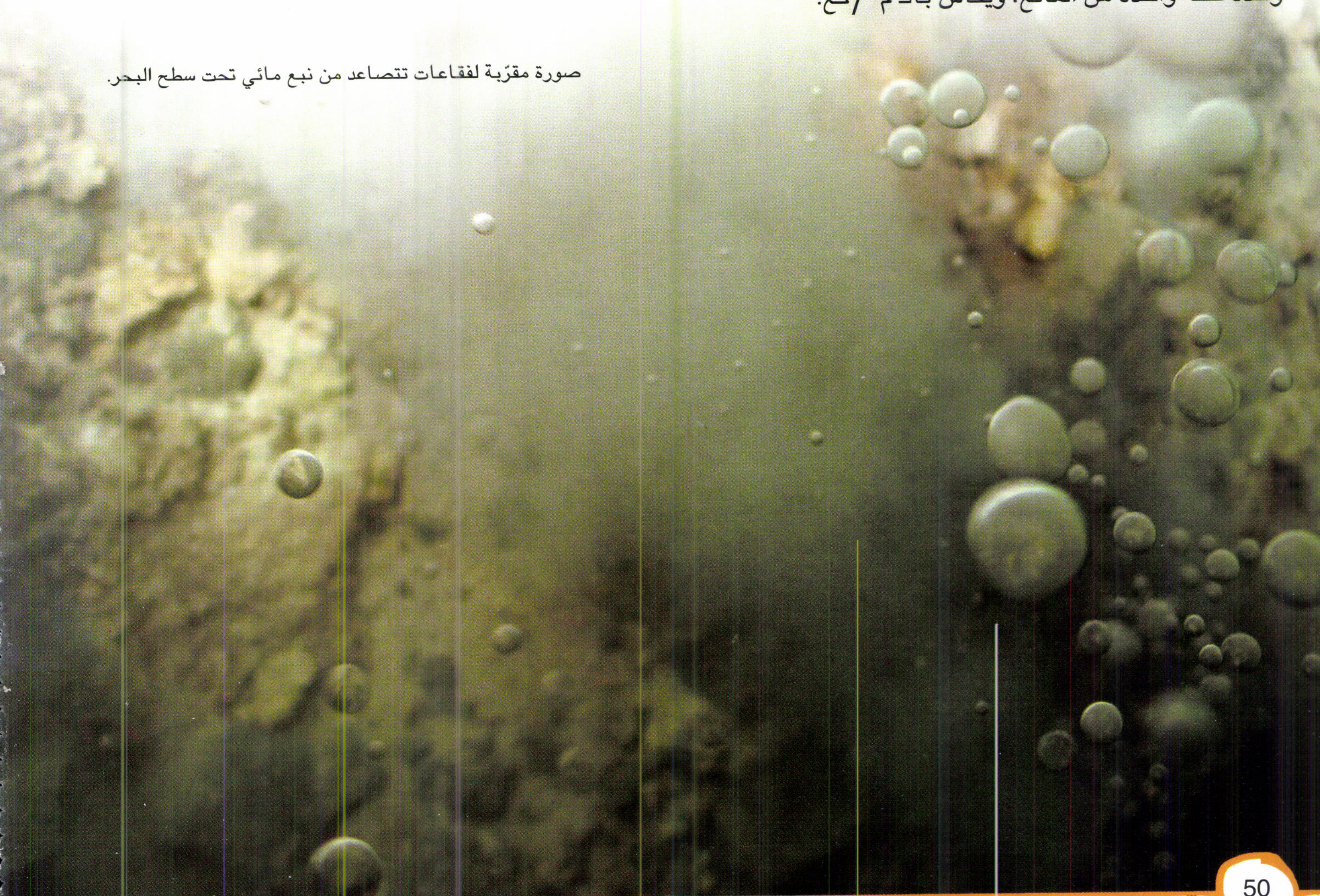
كثافة الكتلة mass density: وهي كتلة المائع في وحدة قياسية واحدة من حجمها، وتقاس بالكغ/م^3.

الوزن النوعي specific weight: ويعتمد على ثقالة أو جاذبية المكان الذي يوضع فيه المائع، وهو وزن المائع في وحدة حجمه، ويقاس بوحدة ن/م^3.

الحجم النوعي specific volume: وهو الحجم الذي تشغله وحدة كتلة واحدة من المائع، ويقاس بالـ م^3/كغ.

اللزوجة viscosity: وهي تدل على التفاعل بين الجسيمات المتحركة للمائع، أي أنها قياس المقاومة لتدفق المائع.

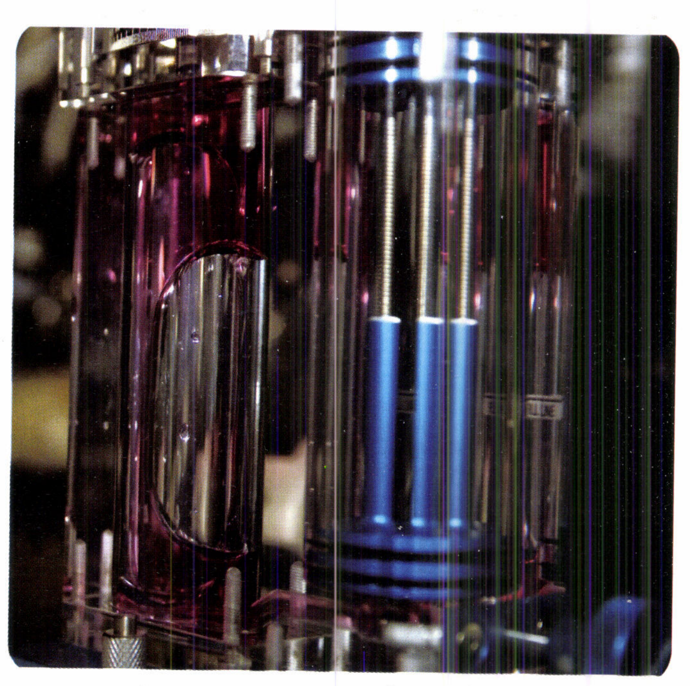
الشَّعرية capillarity: وهي قدرة المائع على الصعود في أنبوب أو التسرب من مادة مسامية كالتربة أو فتيلة الشمعة أو الرمل.



صورة مقرّبة لفقاعات تتصاعد من نبع مائي تحت سطح البحر.

إضافةً إلى الخواص السابقة تلعب خواص أخرى دوراً مهماً في تقدير ميوعة مادة ما مثل الكثافة النسبية relative density والانضغاطية compressibility والمرونة elasticity وضغط البخار vapors pressure والتوتر السطحي surface tension.




سوائل تتدفق في أنابيب لتقوم بوظائف معينة.

أنواع الموائع

تختلف أنواع الموائع بحسب لزوجتها، ويمكن تقسيمها إلى ما يلي:

الموائع الحقيقية real fluids: هي الموائع التي تتمتع بلزوجة، سواء كانت عالية أو منخفضة. وتقل عادةً لزوجة هذه الموائع مع الارتفاع في درجة الحرارة، بينما تزداد اللزوجة في الغازات مع ازدياد الحرارة.

الموائع المثالية ideal fluids: تعرف الصورة التخيلية للمائع الذي ليس فيه أي لزوجة بالمائع المثالي. وبسبب غياب اللزوجة تقاوم الموائع المثالية أي تغيير في درجات الحرارة.

الموائع النيوتونية Newtonian fluids: وهي موائع حقيقية تخضع لقانون نيوتن للزوجة Newton's law of viscosity الذي ينص: على أن التوتر الصرف sheer stress بين مختلف طبقات السائل يتناسب مع معدل الجهد الصرف sheer strain وندعو هذه الموائع بالموائع النيوتنية.


الماء مائع حقيقي.

الموائع اللا نيوتنية non Newtonian fluids: حين يكون التوتر الصرف في الموائع الحقيقية أعلى من القيمة الناتجة yield value ومساوٍ لمعدل الجهد الصرف فلا تخضع نتيجة لذلك إلى قانون نيوتن للزوجة، وندعوها حينئذٍ بالموائع اللا نيوتونية.

الموائع اللدائنية المثالية ideal plastic fluids: المائع الذي يكون فيه التوتر الصرف أعلى من القيمة الناتجة ومساوٍ لمعدل الجهد الصرف أو مدروج السرعة الاتجاهية velocity gradient؛ يعرف بأنه مائع لدائني مثالي.



الضغط

يُعرَّف الضغط pressure بأنه القوة المؤثِّرة على وحدة السطح. وتكون القوة المطبقة دائماً عمودية على السطح. ويرمز للضغط بالحرف P، ويقاس بوحدة الباسكال Pa، حيث أن 1 باسكال تساوي 1 نيوتن على متر مربع أو N/m^2. وهي كمية سلَّمية مما يعني أن لها مقدار ولكن ليس لها اتجاه.

ميزات الضغط

يتناسب الضغط بشكل مباشر مع كبح الغاز. وهو يزداد إذا زادت كمية الغاز.
والضغط الناتج عن الغاز هو نفسه في جميع الاتجاهات، أما الضغط الناتج عن الثقل فهو في اتجاه واحد.

يمكن لقوّة الإعصار المفجرة أن تدمّر وتزيل تماماً بناءً صغيراً عندما تتمكّن من إحداث اختلاف في ضغط الهواء بين داخل البناء وخارجه.

هل تعلم؟

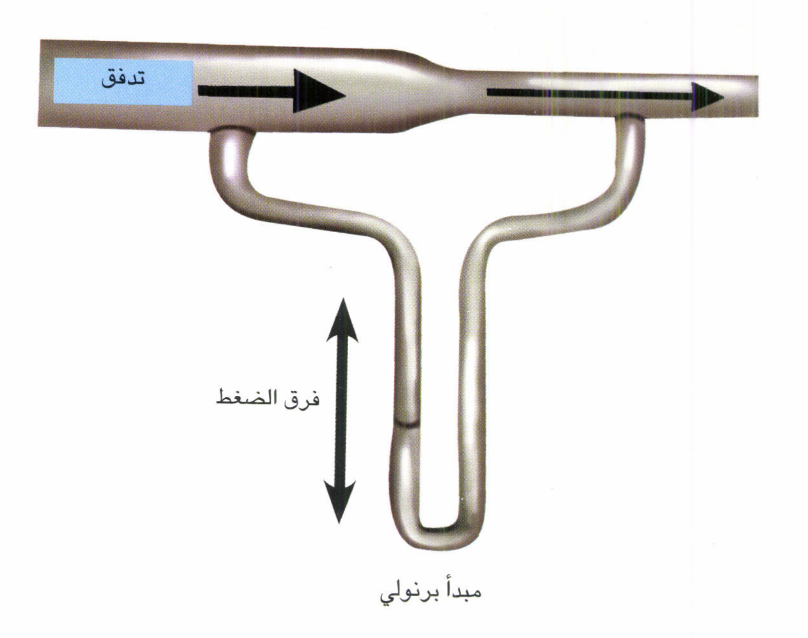
التوعك أو الألم الذي نشعر به في الطائرة أو في مصعد سريع يرتفع إلى عدة طوابق ناتج عن تأثير التغير في ضغط الهواء الحاصل بسبب التغير السريع في الارتفاع.



توضيح كيفية تشويه ضغط الهواء لزجاجة لدائنية عندما نضعها على ارتفاعات مختلفة.

مبدأ برنولي

يطرح مبدأ برنولي Bernoulli principle علاقة بين السرعة الموجهة والضغط الذي تبذله الجزيئات المتحركة لسائل. وهو ينص على أن الضغط الذي يبذله السائل يقل حين تزيد السرعة الاتجاهية للسائل. ويمكن عد مبدأ برنولي متعلقاً باختزان الطاقة. تخضع السوائل عادةً إلى الضغط وإلى وزنها، لذا ففي السوائل التي تتدفق أفقياً تحدث أعلى سرعة عندما يكون الضغط في أدناه، كما يكون الضغط في أعلى مستوياته حين تنخفض السرعة.



مبدأ برنولي

الضغط الجوي

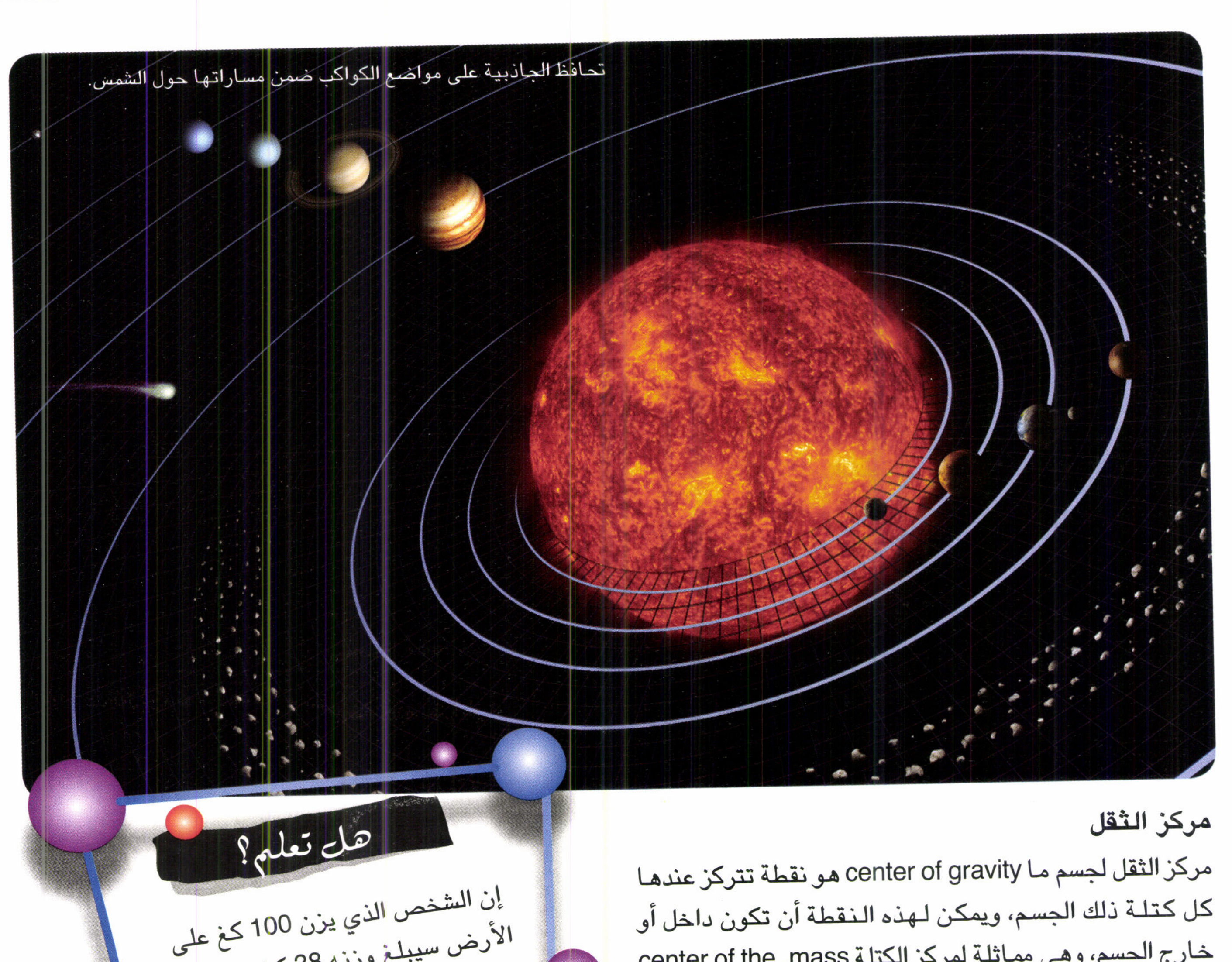
تعرف كمية القوة الناتجة عن وزن الجزيئات على السطح الأدنى منها بالضغط الجوي atmospheric pressure. وهي نتاج كتلة من عمود من الهواء على وحدة المساحة والتسارع التجاذبي في تلك النقطة. والقيمة الدارجة للضغط الجوي عند سطح البحر هي 29.92 بوصة أو 760 مم من الزئبق.

يتناقص الضغط الجوي كلما زاد الارتفاع. وسبب ذلك هو أن الضغط الجوي عند أي نقطة هو وزن الهواء فوق تلك النقطة. وفي المرتفعات يكون وزن الهواء أقل مما هو عليه في المناطق المنخفضة لذا يكون الضغط الجوي في المرتفعات أقل مما هو عليه في المناطق المنخفضة.

للضغط الجوي أهمية كبيرة في تقرير الظروف المناخية. فخاصية الهواء بالانتقال من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط المنخفض تتسبب في حدوث الريح. وهذه الخاصية بانتقال الهواء من مناطق الضغط الأعلى أو الأدنى لها دور مهم في تشكيل طقس المناطق التي تمر بها.

الجاذبية

الجاذبية (أو الثقالة) **gravity** هي قوة الجذب التي تبذلها الكتل لكي تجذب أجساماً أخرى نحوها. إنها قوة الشد التي تجعل مختلف الكتل تسقط على الأرض. وكان إسحق نيوتن أول من اكتشف قانون الجاذبية. يعد التجاذب **gravitation** قوة ضعيفة لأنه لا يمكن للأجسام الخفيفة أن تشعر به؛ إذ لا يمكن الشعور بقوة الجذب إلا حين يكون مصدر الجاذب ناتج عن جسم ذي كتلة عظيمة كالكواكب. وإن قوى الجاذبية الموجودة في الكواكب والشمس تبقي على الكواكب موجودةً في المجموعة الشمسية.


تحافظ الجاذبية على مواضع الكواكب ضمن مساراتها حول الشمس.

هل تعلم؟

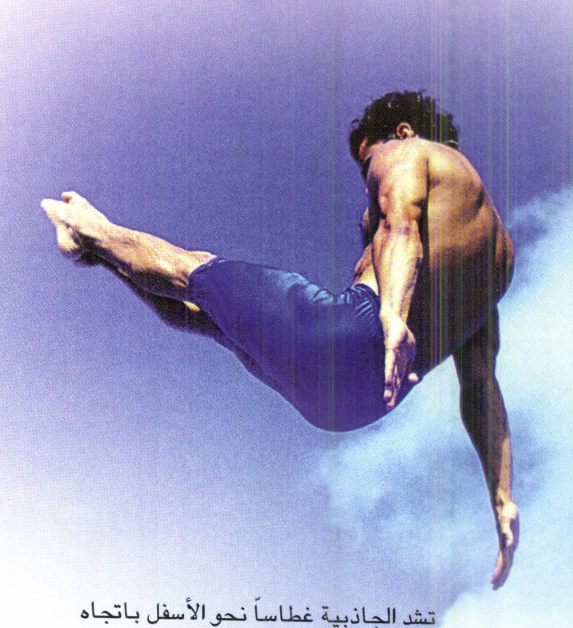
إن الشخص الذي يزن 100 كغ على الأرض سيبلغ وزنه 38 كغ فقط على كوكب المريخ بسبب التفاوت في جاذبية كل من الكوكبين.

مركز الثقل

مركز الثقل لجسم ما center of gravity هو نقطة تتركز عندها كل كتلة ذلك الجسم، ويمكن لهذه النقطة أن تكون داخل أو خارج الجسم، وهي مماثلة لمركز الكتلة center of the .mass ويمكن لمركز ثقل جسم ما أن تتلاقى مع نقطة مركزه الهندسي. ويحدث ذلك كثيراً في الأجسام المتناظرة هندسياً .symmetrical objects

التسارع بسبب الجاذبية

التسارع بسبب الجاذبية acceleration due to gravity هو التسارع الناتج عن الشد الذي تمارسه الجاذبية فقط، ويرمز له بالحرف g، وهو يختلف من جسم إلى آخر. فمثلاً يختلف التسارع الناتج عن جاذبية الأرض عن التسارع الذي تحدثه جاذبية القمر. وهو أيضاً كمية اتجاهية لها مقدار واتجاه. وهذا الاتجاه هو نفسه في كلا الحالتين (أي على الأسفل). أما المقدار فيزداد كلما اقترب الجسم من باطن الأرض. لذا فإن متوسط قيمته على سطح الأرض هو 9.8 م/ثا^2 حيث يزداد هذا التسارع بالقرب من سطح البحر، ويقل في المرتفعات.



تشد الجاذبية غطاساً نحو الأسفل باتجاه الأرض حين يقفز من لوحة الغطس.



الجاذبية على القمر أقل من الجاذبية على الأرض بحوالي السدس.

قانون نيوتن للتجاذب العام

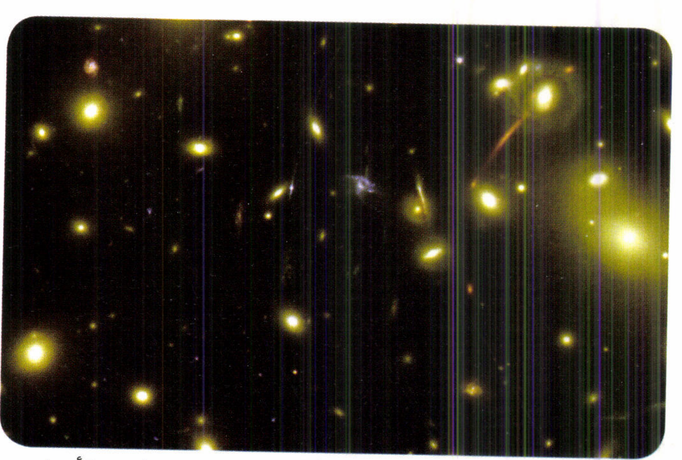
كان نيوتن أول من وضع صيغة لمفهوم الجاذبية حين انتبه إلى سقوط تفاحة من الشجرة. وينص قانون نيوتن للتجاذب العام Newton's law of universal gravitation على أن أي جسم ذو كتلة يجذب جسماً آخر ذو كتلة بقوة F وهي قوة تتناسب طرداً مع الكتلتين، وعكساً مع مربع المسافة بينهما. ويمكن تمثيل هذا القانون بالطريقة التالية:

$$F = G \frac{m1m2}{r^2}$$

حيث F هي القوة الجاذبة بين كتلتي النقطتين، وG هو ثابت التجاذب، و m1 هي كتلة الجسم الأول، و m2 هي كتلة الجسم الثاني، و r هي المسافة بين كتلتي النقطتين.

مجال الجاذبية

مجال جاذبية (أو حقل الجاذبية) gravitational field نقطة في الفضاء هي قوة الجاذبية التي تؤثر بها على كتلة موضوعة في تلك النقطة. ويمكن بكلمة أخرى تعريف مجال الجاذبية بأنه قوة الجاذبية في نقطة معينة مقسّمة على كتلة الجسم في تلك النقطة.



تزداد قيمة قوة التجاذب في الكون كلما نقصت المسافة بين الأجرام.

الجاذبية الصُّغرية

تدعى البيئة التي يصنعها السقوط الحر free fall لجسم والتي يكون تأثير الجاذبية عليه ضعيفاً بالجاذبية الصغرية microgravity، وهي تدوم لفترة زمنية قصيرة. ويكون الوزن الظاهري للجسم صغيراً أثناء الجاذبية الصغرية إذا ما قارناه بالجاذبية الحقيقية.



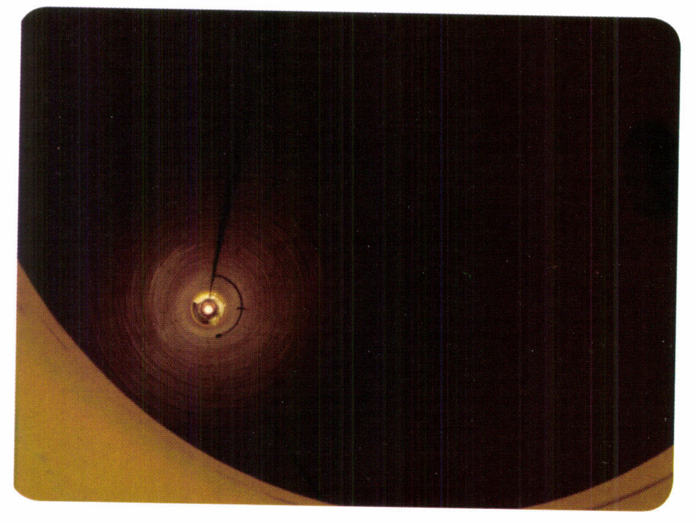
تَشكُّل الجاذبية الصغرية

تنشأ حالة الجاذبية الصغرية حين يتعرض الجسم لسقوط حر بسبب انعدام وزنه. ولاختبار وبحث ذلك الأمر يقوم العلماء بخلق الظروف نفسها المؤدية إلى نشوء الجاذبية الصغرية.

رائد فضاء يتعرض لحالة سقوط حر في الفضاء.

مرافق السقوط

يستخدم الباحثون المرافق العالية drop facilities المعتمدة على تمثيل المصاعد لخلق ظروف السقوط الحر. ففي هذه المرافق يُرمى بثقل من أعلى هذه الأبراج، ويترك ليسقط سقوطاً حراً. والإحساس الذي يتم الشعور به في هذا النوع من السقوط هو الإحساس نفسه الذي نشعر به حين نركب العربات المنزلقة في منتزهات الملاهي أو نقفز عن منصات الغطس في المسابح.


هاوية الجاذبية صفر.

القطع المكافئ في الطائرات أثناء الطيران

لاختبار هذه الظروف المخففة خلال 15 ثانية تستخدم الطائرات لخلق هذه الظروف. وتستخدم وكالة فضاء ناسا NASA ما يسمى بالنيزك الصناعي فوميت Vomit Comet لتدريب رواد الفضاء على ظروف الجاذبية الصغرية خلال 25 ثانية. تتم هذه العملية بجعل الطائرة ترتفع بسرعة بزاوية 45 درجة لتشكل قطعاً مكافئاً parabola، ثم تعود بسرعة إلى النزول بزاوية 45 درجة.

صواريخ سبر الأجواء العليا

تصنع صواريخ السبر sounding rockets لإرسالها إلى الفضاء وإعادتها إلى الأرض من دون أن تدخل في مسار حول الأرض، وذلك لكي تزودنا ببيئة صغرية خلال عدة دقائق. وهي تصنع لقذفها قريباً من مدار الأرض وفي مسارات ذات قطع مكافئ.

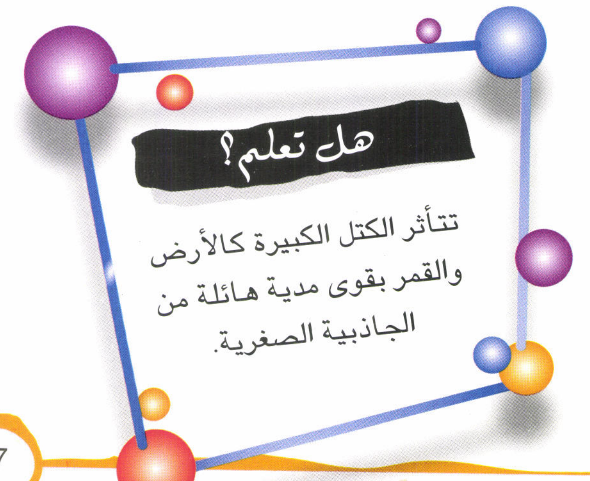

يتدرب رواد الفضاء على انعدام الوزن في النيزك الصناعي فوميت.

المركبات الفضائية الدائرة حول الأرض

لا يمكن للطرائق الثلاث السابقة المستخدمة لخلق الجاذبية الصغرية أن تنجح أكثر من عدة دقائق، لذلك دعت الحاجة إلى صنع المكوكات الفضائية space shuttles لتستمر بيئة الجاذبية الصغرية لفترة أطول. ولكي ينتقل المكوك بالسرعة الصحيحة، ويحافظ على تدنيها مع بقائه على ارتفاع ثابت فوق سطح الأرض؛ فقد توجَّب إطلاقه على المسار المتقوس فوق الأرض. ويؤدي ذلك إلى جعل المكوك يختبر سقوطاً حراً فوق الأرض. كما أن الاحتكاك شديد الانخفاض لطبقات الجو العليا يمكِّن المكوك ومَنْ فيه من أن يكونوا في بيئة جاذبية صغرية ذات نوعية جيدة.

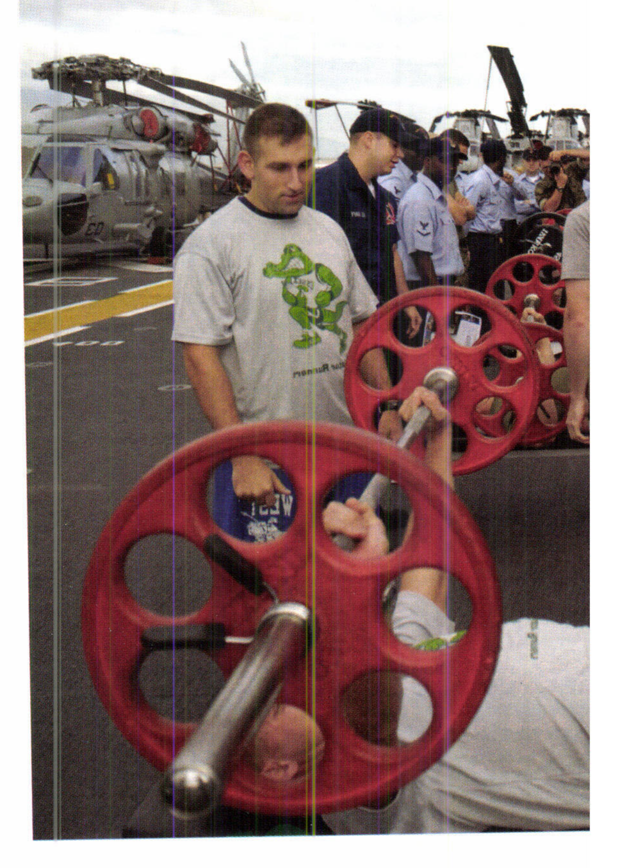
تأثيرات الجاذبية الصغرية

1- يصبح اللهب كروي الشكل spherical نتيجة للجاذبية الصغرية.
2- تنمو النباتات باتجاه الضوء بدلاً من نموها في اتجاهات عشوائية.
3- يتدحرج الثقل إلى أكثف أقسام الطائرة فيما لو ترك لوحده.
4- تضر الجاذبية الصغرية عضلات الإنسان لأنها تطبق قوة ثابتة عليها.



الوزن والكتلة

يعرَّف وزن weight جسم بأنه القوة التي تبذلها عليه الجاذبية، ويرمز له بالحرف w. لذا فإنه ناتج عن الكتلة، وتسارع الجاذبية، ويعبر عن ذلك بالصيغة $w = mg$؛ حيث m هي كتلة الجسم، وg ترمز إلى التسارع الناتج عن الجاذبية. ويعتمد وزن الجسم على جاذبية المكان الموجود فيه. والوزن كمية سلمية ليس لها اتجاه، ولكن لها مقدار.



يمكننا تحدي وزن الأثقال التي تؤثر عليها قوى الجاذبية بدفعها نحو الأعلى عكس قوى الجاذبية.

الوزن الظاهر

يدعى الوزن الذي نقيسه بميزان الحمام بالوزن الظاهر apparent weight. ولكن لو أردنا وزن الجسم على الميزان نفسه في مصعد لرأينا أن الوزن يزداد كلما ارتفع المصعد نحو الأعلى، ويقل كلما انخفض المصعد إلى الأسفل.

التأثير الحقيقي لانعدام الوزن:

1) آثار فيزيولوجية مثل فقدان كتلة العظم.
2) يقلل من كمية الدم الموجودة في الجسم بخسارة كريات الدم الحمراء.
3) يؤدي إلى الشعور بالدوخة والدوران والاحتقان الأنفي.
4) وبالإضافة إلى إضعافه للعضلات فإنه يسبب تقلصاً في حجم القلب.

انعدام الوزن

يحدث انعدام الوزن weightlessness في غياب الجاذبية، وتحدث هذه الظاهرة أثناء السقوط الحر لجسم. وتعرف أيضاً بالجاذبية الصفرية zero gravity. وسبب ذلك أن القوى المطبقة على جسم ما تتوزع عليه بشكل منتظم ومتكافئ أو حين لا تطبق أية قوى على الجسم.



تمثيل للفرق بين كتلة التجاذب (mG) والكتلة العطالية (mI)

الكتلة

الكتلة mass تختلف عن الوزن، إنها إحدى الخواص العطالية للمادة، وهي منعزلة عن الجاذبية، وتبقى ثابتة في أي مكان، وهي التي تعطي الجسم وزنه حين تقع في مجال الجاذبية. وتساعد الكتلة الجسم على البقاء في حالة العطالة إلى أن تطبق عليه قوة ما. وهكذا فإن الكتلة هي إحدى الخواص الأساسية لجسم ما، والمقياس الرقمي لعطالته بغض النظر عن حجمها أو القوى المطبقة عليها. وبحسب القوانين الفيزيائية يمكن الاستدلال على نوعين من الكتلة:

الكتلة العطالية inertial mass: يدعى مقياس مقاومة الجسم لتسارع تحدثه قوى خارجية بالكتلة العطالية. أي أنها المؤشر الذي يطلق على المقاومة العطالية لتسارع جسم حين يستجيب لمختلف أنواع القوى. والجسم الذي يتأثر بضِعف القوة على الاتجاه نفسه يمكن أن يمتاز بضعف الكتلة العطالية لجسم آخر.

كتلة التجاذب gravitational mass: تدعى كتلة الجسم حين تتأثر قوة الجاذبية التي يتعرض لها في أحد مجالات الجاذبية g بكتلة التجاذب.

لذلك كانت كتلة جسم ما هي إحدى خواصه الداخلية الثابتة التي تقيس كمية المادة فيه وتتعلق بعطالته وقوة الجاذبية المطبَّقة عليه.

حتى الهواء له وزن، لذلك تؤثر عليه الجاذبية الأرضية.

الطَّفَوية

الطفوية **buoyancy** هي ظاهرة طُفو جسم ما في سائل إذا كانت كثافته أقل من كثافة السائل. وتُعرَّف الطفوية فيزيائياً بأنها القوة الدافعة نحو الأعلى التي يقوم بها السائل ليجعل جسماً ما يطفو فيه. وقد كان أرخميدس **Archimedes** أول من عرَّف مفهوم الطفوية.



تساعد الطفوية رفع طائرة من الماء بعد غرقها.

مبدأ أرخميدس

كان أرخميدس أول من اكتشف المبدأ العلمي للأجسام الطافية، وأعلن أن الجسم الطافي يزيح مقدار وزنه من السائل. ثم شرح ذلك بالتفصيل بأن "أي جسم، سواء كان مغموراً كلياً أو جزئياً في سائل، يطفو بقوة تساوي وزن السائل الذي يزيحه هذا الجسم." وهذه ببساطة هي قاعدة الطفوية، وتعني:

الطفوية = وزن السائل المُزاح

ولم يشمل مبدأ أرخميدس Archimedes principle التوتر السطحي. إنه يؤكد على أن طفوية جسم ما تحدث بحسب كثافة الجسم المغمور نسبة إلى كثافة السائل المغمور فيه.

أسطوانة مرقمة بالميلي ليترات (1 م ل = 1 سم^3)

مبدأ أرخميدس



تُبقي الطفوية السفينة عائمة على سطح الماء.

حساب الطفوية

بالنسبة للمادة الطافية m(b)

M(b) = mm (الجسم) x [1-k (المائع) K (الجسم)]

(الجسم)m = الكتلة الحقيقية للجسم

(الجسم)p = معدل كثافة الجسم

(المائع)p = معدل كثافة المائع المحيط

لذا يطفو الجسم حين تكون كثافة المائع أعلى من معدل كثافة الجسم، ولكنه يغرق حين تكون كثافة المائع أقل.

صيغة قوة الطفو (F)

F = – KVg

K = كثافة المائع

V = حجم الجسم المراد غمره

g = الجاذبية الأرضية المعيارية (9.81 N/kg)

كيف تحدث الطفوية؟

يؤدي النزول إلى الأعماق على زيادة ضغط المائع. وبحسب مبدأ باسكال يؤدي ذلك إلى زيادة الضغط المبذول على كل الجهات بحيث تخلق قوة صاعدة غير متوازنة على أسفل الغرض المغمور، ندعوها الطفوية. وتقلل الطفوية الوزن الظاهري للغرض المغمور.

مبدأ باسكال والرافعة الهدروليكية

F

– دفعة صغيرة ترفع وزناً ثقيلاً

A_1

A_2

W

مبدأ باسكال Pascal's principle: تنتقل تغيرات الضغط في مائع محصور بشكل متساوٍ إلى جميع أقسام المائع.

ويؤدي ذلك إلى أن تولّد القوة الصغيرة المطبقة على أماكن صغيرة قوىً أكبر في مناطق أخرى.

$$P = F/A_1 = W/A_2 \text{ ومنه } W = (A_2/A_1)F$$

التطبيقات: إبر الحقن، أنابيب التغذية الوريدية وما شابه.

الديناميات الهوائية

يدعى فرع الديناميات الحرارية المعني بدراسة حركة الهواء المتفاعل مع جسم متحرك بالديناميات الهوائية **aerodynamics**. ويمكن حساب القوى واللحظات التي تؤثر على الجسم بفهم تحرك الهواء والذي يعد أيضاً مجال الانسياب أو الدفق **flow field**. أو بمعنى آخر تدعى القوى المحركة للأجسام في الهواء وما ينتج عنها بالديناميات الهوائية. ويمكن رؤية آثار الديناميات الهوائية في الطائرات العملاقة التي تعبر السماء، والصواريخ العابرة للمسافات البعيدة، والكرة الطائرة التي تلعبها على الشاطئ، والطيارات الورقية التي يطيرها الأطفال. كذلك تتعامل الديناميات الهوائية مع المنعطف غير المتوقع الذي تسلكه كرة المضرب بضربة اللاعب الماهر.

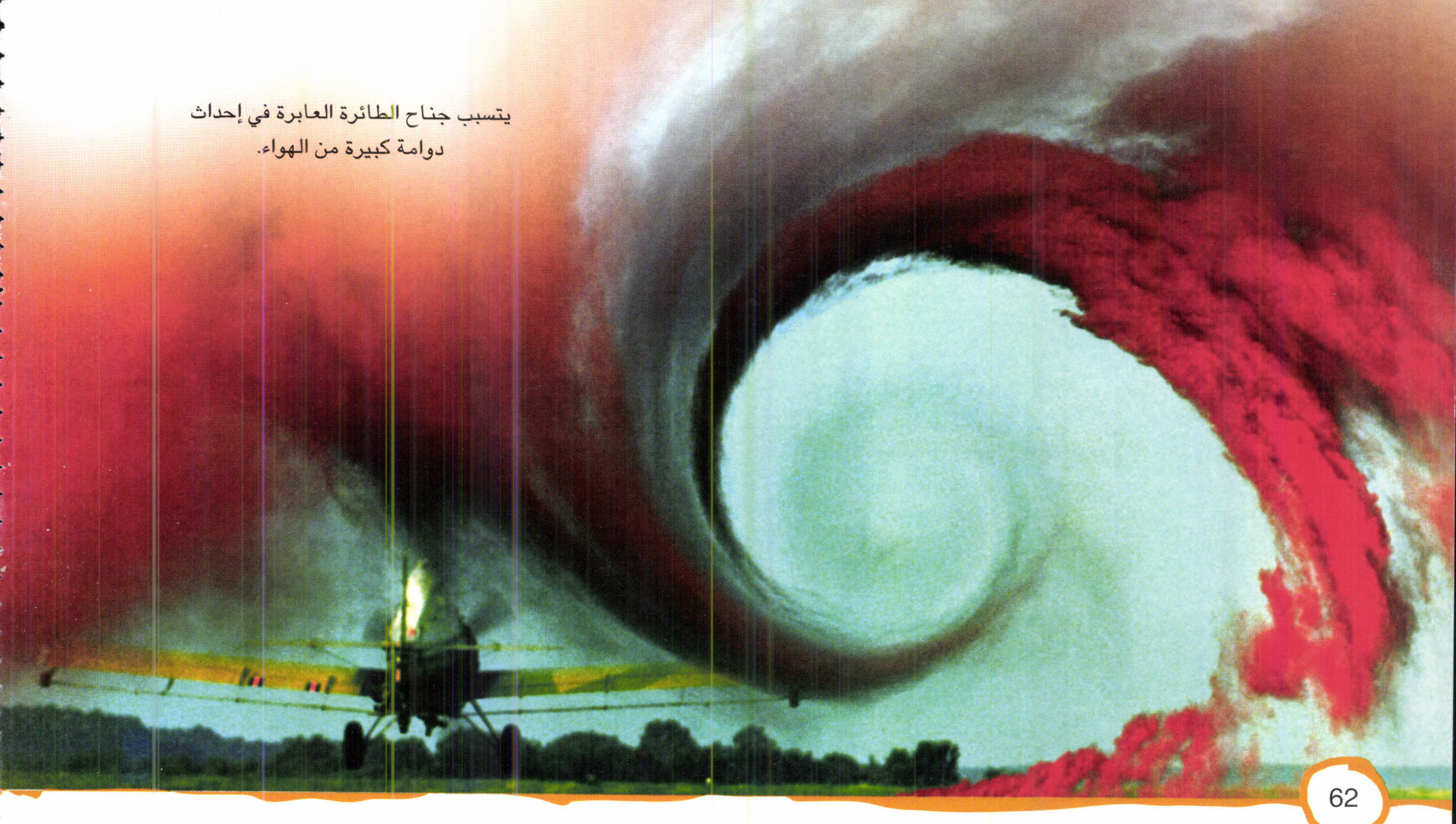
أنواع الديناميات الهوائية

تحسب في مجال الانسياب خواص السرعة الموجهة والكثافة والضغط ودرجة الحرارة والوظيفة الزمنية. وبحسب هذه الخواص تقسم الديناميات الهوائية إلى ديناميات هوائية انضغاطية compressible aerodynamics وديناميات هوائية لا انضغاطية incompressible aerodynamics.

أ - الديناميات الهوائية اللا انضغاطية

يتميز الانسياب اللا انضغاطي incompressible flow بكونه ذا كثافة ثابتة مع جريانه على أسطح ومجاري داخلية. ويعد الانسياب لا انضغاطاً حين يكون بطيئاً.

الانسياب دون صوتي subsonic flow: يعالج هذا الموضوع دراسة الديناميات الهوائية غير اللزجة واللا انضغاطية وغير الدورانية مستخدماً المعادلة التفاضلية differential equation بشكلها المبسط من بين المعادلات المتعلقة بالديناميات الهوائية.



يتسبب جناح الطائرة العابرة في إحداث دوامة كبيرة من الهواء.

ب - الديناميات الهوائية الانضغاطية

يكون في الديناميات الهوائية أن تغير الكثافة بالنسبة للضغط على خط انسيابي انسياباً انضغاطياً compressible flow، لذلك تكون الكثافة شديدة الأهمية في الانسياب الانضغاطي. ويعد كل من الانسياب القريب من سرعة الصوت transonic وفوق الصوتي supersonic وفرط الصوتي hypersonic، انسيابات انضغاطية.

الانسياب القريب من سرعة الصوت: حين تكون أمدية السرعة الاتجاهية أدنى قليلاً أو أعلى قليلاً من سرعة الصوت، ندعو ذلك انسياباً قريباً من سرعة الصوت.

الانسياب فوق الصوتي: حين تزيد مجالات السرعة الاتجاهية عن سرعة الصوت ندعو ذلك بالانسياب فوق الصوتي. وحيث إن السرعة فوق الصوتية تختلف عن السرعة دون الصوتية فإن الموائع تتفاعل كلما حدث تغير في الضغط، حيث يقال: إن المائع يستجيب للبيئة حين يتفاعل مع تغير الضغط. وحيث إن الصوت في الواقع هو فرق ضغطي متناهي الصغر ينتقل عبر مائع فإن سرعة الصوت في ذلك المائع تعد أسرع سرعة يمكن للمعلومات أن تنتقل بها.

الانسياب فرط الصوتي: تدعى السرعات فوق الصوتية إلى أقصى حد بالسرعة فرط الصوتية، لذا نعد أن نظام السرعة فرط الصوتية يتشعب من السرعة فوق الصوتية.

ومن مميزات السرعة فوق الصوتية الانسياب العالي في درجة الحرارة المصاحب للموجة الصدمية shock wave والتفاعل اللزج والتفكك الكيميائي للغازات.





هل تعلم؟

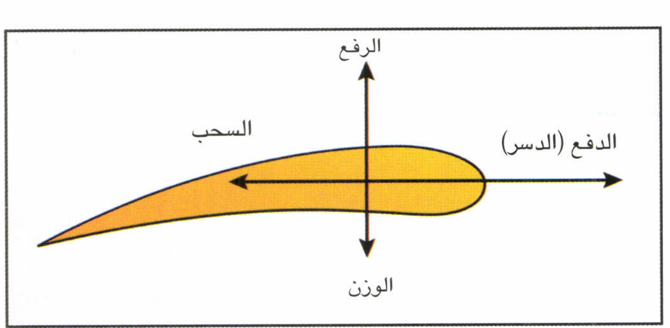
بنى المهندس الفرنسي غوستاف إيفل Gustve Eiffel برج إيفل الشهير بين سنوات 1887–1889، وقد استخدم برج إيفل في العديد من الاختبارات المتعلقة بالديناميات الهوائية.

القوى الدينامية الهوائية

حين يغمَر جسم في مائع فإنه يتعرض إلى قوة ناتجة عن الهواء بسبب الحركة النسبية بين الجسم والمائع. وتُعرف هذه القوة بالقوة الديناموهوائية. وتنشأ القوى الديناموهوائية نتيجة للضغط على سطح الجسم واللزوجة التي تعرف أيضاً بالاحتكاك السطحي.

ويتعرض الجسم الذي يتحرك في الهواء إلى قوة تدعى السحب drag.

والسحب هو قوة ديناموهوائية في اتجاه الريح لذا يكون موازياً للحركة النسبية. وعلى عكس السحب فإن الرفع lift من عناصر القوة التي تعمل على سطح الجسم حين يمر عبر مائع، لذا تكون عمودية على اتجاه الانسياب القادم.



القوى الرئيسة الأربعة للديناميات الهوائية.

الآلات

الآلات machines هي وسائل ميكانيكية أو كهربائية تنقل أو تعدل الطاقة لتنجز أو تساعد الإنسان على إنجاز أعماله. وقد اشتقت الكلمة الإنكليزية machine من كلمة machina اللاتينية التي بدورها أخذت من كلمة machana اليونانية القديمة والتي تعني تركيب أو تجهيز.

أنواع الآلات

تصنف الآلات إلى الفئات التالية:

- الآلات البسيطة.
- المركبات الميكانيكية.
- الساعات.
- المضغطات والمضخات.
- المحركات الحرارية.
- المضخات الحرارية.
- العَنَفات.
- السطوح الانسيابية الرافعة.
- الإلكترونيات.



الحاسوب المحمول آلة إلكترونية.

المضغِطات والمضخات

المضغطات compressors هي وسائل ميكانيكية تستخدم لزيادة ضغط الغاز بالإنقاص من حجمه. أما المضخات Pumps فتستخدَم لضغط الموائع ونقلها. ومن أنواع المضخات المختلفة طنبور أرخميدس Archimedes' screw ومضخة الاستخراج النافورية ecudtor-jet pump، والكبّاس الهدروليكي hydraulic ram، ومضخة الماء pump، وقصبة نفخ الفرن tuyau، والمكنسة الكهربائية vacuum pump.

مهندسون يبنون عنفة ضخمة.

المركَّبات الميكانيكية

المركبات الميكانيكية mechanical components هي آلات صغيرة تضم إلى بعضها لتشكل أجهزة ميكانيكية أكبر. ومن المركبات الميكانيكية المحور والمحامل، والأحزمة أو السيور، والقواديس، والمثبتات، وعلبة السرعة، والمفاتيح، وجنازير الوصل، والمسنَّنات، والتروس، وسلاسل الأسطوانات الدوَّارة، والكابلات والسُّدادات، والنوابض، والعجلات.

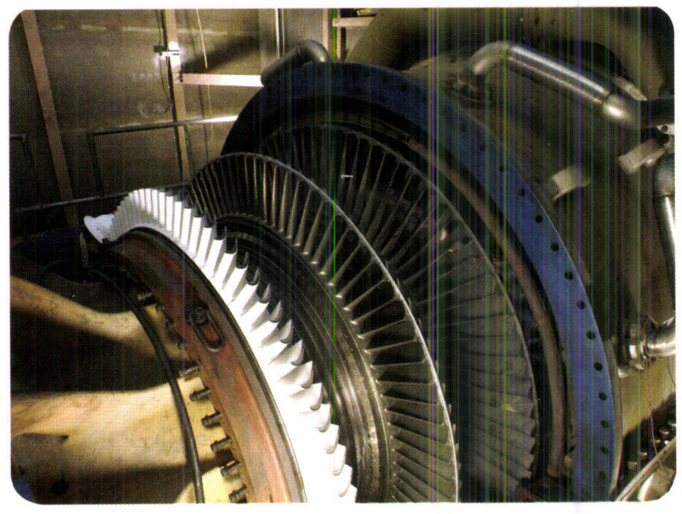
المحركات الحرارية

المحركات الحرارية heat engines هي آلات تحول الطاقة الحرارية إلى منتج ميكانيكي. وتصنف إلى فئتين: محركات الاحتراق الداخلي internal combustion engines، ومحركات الاحتراق الخارجي external combustion engines، وتشمل محركات الاحتراق الخارجي المحركات البخارية للقطارات ومحركات البواخر القديمة. وتضم محركات الاحتراق الداخلي محركات التبادل والعنفات الغازية.

المحرك البخاري هو أحد أنواع المحركات الحرارية.

العنوان

العنفات turbines هي آلات تستخدم لتحويل الطاقة الحركية للموائع المتحركة إلى طاقة ميكانيكية. وتوجد أنواع مختلفة من العنفات كعنفة الغاز والمحرك النفاث، والعنفة البخارية، وعنفة الماء، ومولدة الهواء والطاحون.



عنفة

العنوان

المضخة الحرارية heat pump هي مضخة تستخدم لنقل الحرارة من مكان (مصدر حراري ذو درجة حرارة منخفضة) إلى آخر (بالوعة حرارية عالية الحرارة). ومن أكثر تطبيقات المضخات الحرارية شيوعاً هي تلك المستخدمة في البرادات.



طنبور أرخميدس

الآلات البسيطة

الآلات البسيطة **simple machines** هي آلات لا تحوي أي نقاط متحركة أو تحوي عدداً قليلاً منها. تغير الآلات البسيطة حركة واتجاه قوة في اتجاه واحد. والآلات البسيطة كما يدل اسمها تضاعف القوة باستخدام أبسط التقنيات. وعند استخدام الآلات البسيطة تطبق قوة بسيطة لإنجاز عمل واحد. وتساعد الآلات البسيطة على تحريك أو نقل أو رفع أو سحب جسم ما بتحويل القوة البسيطة إلى قوة أكبر، مطبقة على الجسم.

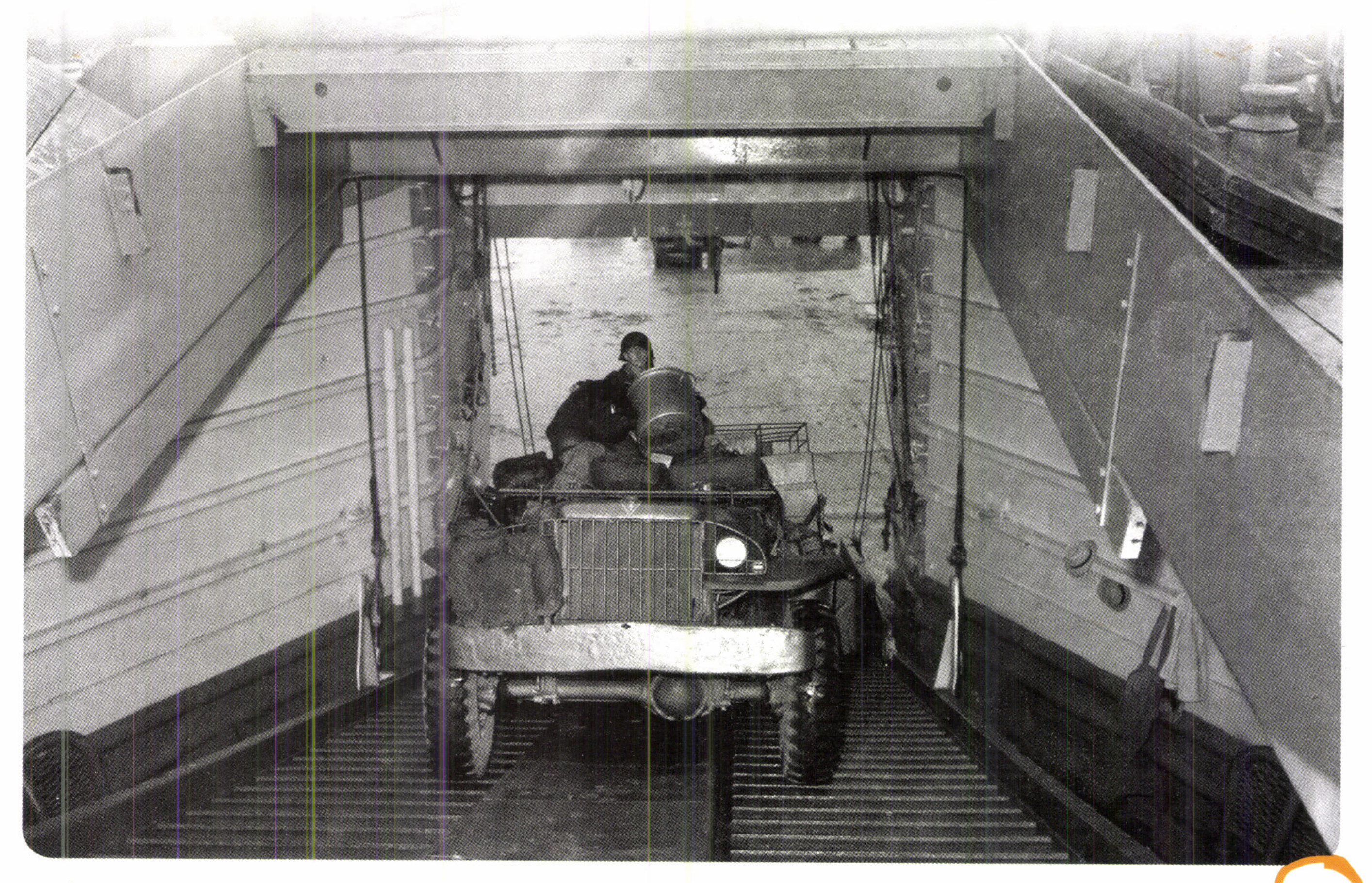
أنواع الآلات البسيطة

توجد ستة أنواع من الوسائل التي يمكن اعدها آلات بسيطة. وهذه الأنواع هي: السطوح المائلة، والرافعات، والبكرات، والأسافين، والعجلات، والمحاور، وهي تستخدم بكثرة في حياتنا اليومية.

أ ـ السطح المائل

السطح المائل inclined plane من أبسط أنواع الآلات. ويميل السطح المائل بدرجة معينة على سطح أفقي عالٍ لرفع جسم ما إلى ذلك السطح. ومن أمثلة السطوح المائلة: السلالم ramps، والمنزلقات slides، والدروب التلية path roads، ويؤدي رفع الجسم إلى أعلى السطح المائل إلى خفض كمية القوة اللازمة لرفعه على حساب زيادة المسافة التي يجب أن يقطعها الجسم.

سحب آلة على سطح مائل.



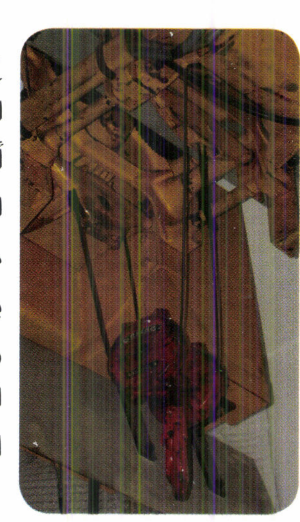


يعد المقص بمثابة رافعة.

ب ـ الرافعة

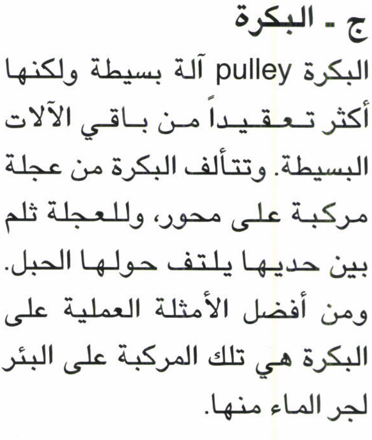
الرافعة lever أيضاً سطح آخر مزود بنقطة ارتكاز لتضاعف القوة التي يجب تطبيقها على جسم آخر يمثل ثقل. وتعد أرجوحة القبان see-saw من أفضل الأمثلة على الرافعة.

تقسم الرافعات إلى فئتين بحسب نقطة الارتكاز. وتشمل رافعات الفئة الأولى آلات مثل المخل أو القارص والمقص والزردية وغيرها. أما رافعات الفئة الثانية فتضم كسارة الجوز وعربة اليد ذات الدولاب الواحد. ويمكن بذل قوة كبيرة على مسافة قصيرة عند إحدى النهايتين وقوة بسيطة لمسافة أبعد عند النهاية الأخرى عند استخدام الرافعة.



بكرة

ج ـ البكرة



البكرة pulley آلة بسيطة ولكنها أكثر تعقيداً من باقي الآلات البسيطة. وتتألف البكرة من عجلة مركبة على محور، وللعجلة ثلم بين حديها يلتف حولها الحبل. ومن أفضل الأمثلة العملية على البكرة هي تلك المركبة على البئر لجر الماء منها.

د ـ اللولب

اللولب screw عمود شقت عليه نتوءات أو ثلوم حلزونية تلتف حوله، وتضاهي نتوءات أو ثلوم الثقب الذي ينبغي أن يجري فيه. وتتحول الحركة الدورانية إلى حركة أمامية وخلفية كلما استعملنا اللولب.

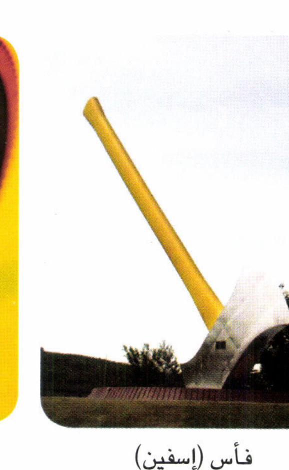


برغي (أو بزال) مثال على اللولب.

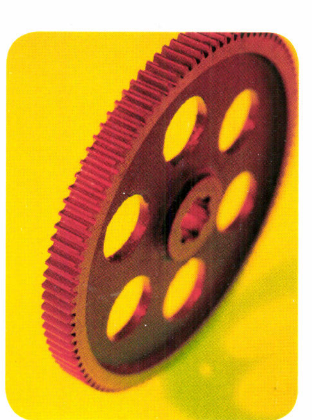


هـ ـ العجلة والمحور

تعد العجلة wheel والمحور axle رافعة من الفئة الأولى معدَّلة لتدور حول نقطة ارتكاز. وهي أول آلة بسيطة ابتكرها الإنسان، وساهمت في تطوره. ويمكننا بملاحظة حركة الدَّراجة واستخدامها فهم كيفية تطبيق العجلة لفائدتنا.



فأس (إسفين)



عجلة مسننة.

و ـ الإسفين

الإسفين wedge آلة بسيطة مثلثية الشكل تستخدم لفصل جسمين عن بعضهما، أو لتقسيم جسم، أو رفعه، أو تثبيته في مكانه. وأثناء استخدام الإسفين تتحول الحركة في اتجاه واحد إلى حركة فاصلة تعمل ضمن زوايا قائمة عند نصل الإسفين. وتستخدم جميع الأدوات القاطعة بما فيها السكاكين تطبيقات الإسفين.

إسفين

الضوء

يعد الضوء **light** عموماً بأنه طول موجة الإشعاع الكهرطيسي الذي يمكن لعين الإنسان أن تراه. أما فيزيائياً فهو إشعاع كهرطيسي لأي طول موجة سواء كان مرئياً أو غير مرئي. وتتعلق طاقته بتردده وسرعته الاتجاهية، لذا يمكن التعبير عنها بما يلي:

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

حيث: E : الطاقة

h : ثابت بلانك (6.62517×10^{-27} erg.sec)

ν : التردد

c : السرعة الاتجاهية للضوء = (2.99793×10^{10} cm/sec)

λ : طول الموجة

خواص الضوء

فيما يلي الخواص الأربع الرئيسة للضوء:

1 ـ **الشدة** intensity: هي قياس تدفّق الطاقة، وتُحسب بفترات من الموجات الضوئية تدعى الشدة. وهي نتاج الطاقة في وحدة الحجم والسرعة الاتجاهية التي تتدفق بها الطاقة.

2 ـ **التردد** frequency: هو عدد تكرار حدث أو دورات خلال وحدة زمنية تدعى التردد. ويتناسب التردد (بشكل عام) عكسياً مع طول الموجة:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

حيث:

f = تردد الموجة المراد حسابها.

v = مرحلة السرعة الاتجاهية للموجة.

λ = طول الموجة.

وفي حالة الفراغ فإن v = c، حيث c هي سرعة الضوء في الفراغ بقيمة ثابتة قدرها $2.99 \times 10^8 m/s^2$

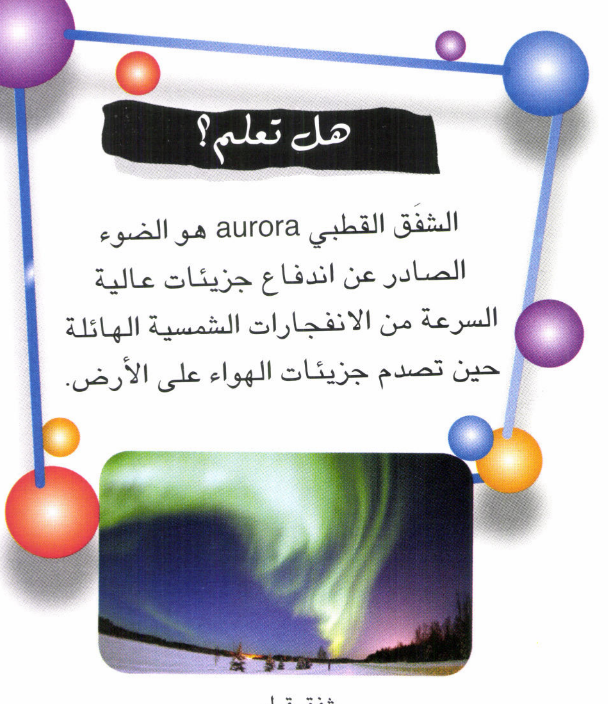
3 ـ **طول الموجة** wavelength: وهي المسافة بين النقطتين في المرحلة الواحدة، أي إما نقطتا القمتين المتتاليتين أو نقطتا القاعين المتتاليين.

4 ـ **الاستقطاب** polarization: وهو حصر الموجات الضوئية أو أي إشعاع آخر ضمن اتجاه اهتزازها. فالاستقطاب يعبر عن توجه الاهتزازات.

انتقال الموجات الضوئية عبر وسط يقلل من سرعتها.

ميزات الضوء

1)الضوء موجة كهرطيسية مستعرضة، ويمكن للضوء الانتقال في الفراغ.
2)يعتمد لون الموجة الضوئية على ترددها.
3)تتفاوت سرعة الضوء بحسب الوسيط، فهو أبطأ في الزجاج منه في الهواء.
4)ينتقل الضوء دائماً في خط مستقيم.
5)ينتج عن اختلاف طول الموجات ألواناً مختلفة من الضوء.
6)حين يصطدم الضوء بجسم ما، إما أن يتم امتصاصه أو أن يعكسه.



شفق قطبي.



تبين أشعة الشمس التي تنفذ من النوافذ انتقال الضوء في خط مستقيم.

مصادر الضوء

يتم إنتاج الضوء عموماً بطريقتين؛ حيث يدعى بث الضوء من الأشياء الحارة بالتوهج incandescence، أما الضوء الناتج عن هبوط الإلكترونات إلى أدنى مستوى من الطاقة فيدعى بالتألق أو الوَبَص luminescence. وتدعى المواد التي تومض في الظلام بعد أن يمضي وقت على استقبالها لشحنة زائدة بالمواد المتفسفرة (أو ذات الوميض الفوسفوري) phosphorescent. أما المواد المتفلورة fluorescent فهي تلك التي تبث الضوء أثناء تعرضها للطاقة فقط.



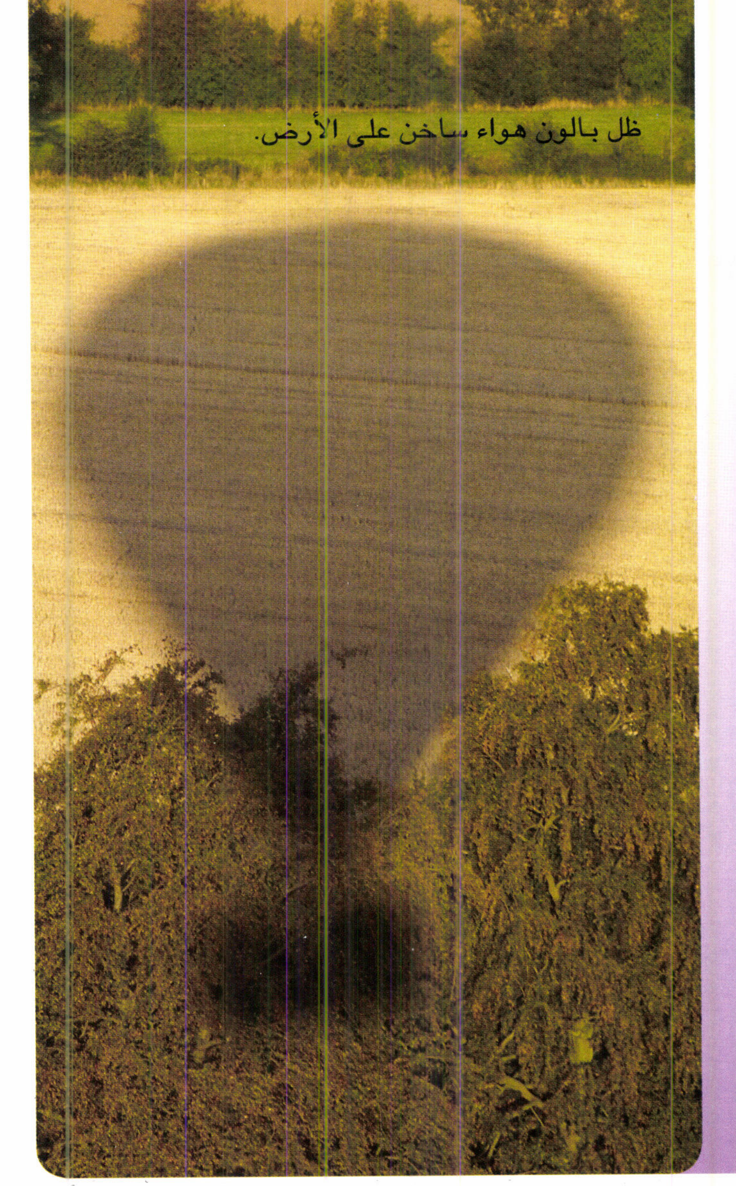
مصباح متوهج يصدر الضوء والحرارة على شكل أشعة كهرطيسية.

كيف ينتج الضوء؟

حين تحصل الذرات على طاقة إما بامتصاصها للضوء أو بصدمها لجسيمات أخرى فإنها تنتج الضوء. وتعرف الذرات التي تحمل مثل هذه الطاقة بأنها ذرات مثارة excited atoms، وينقل الضوء الصادر عن الذرات المثارة الطاقة الزائدة. وتختلف كمية الطاقة التي تحتاجها الذرات لتستثار أو لتصدر الضوء بحسب الذرات المعنية. وتحدد كمية الطاقة التي تملكها الذرات أو الموجات الضوئية لون تلك الموجات، وينتج عن ضم جميع ألوان الموجات الضوئية إلى بعضها صدور ضوء ذا لون أبيض؛ لذا كان اللون الأبيض مزيجاً من كافة ألوان الضوء.

الظل

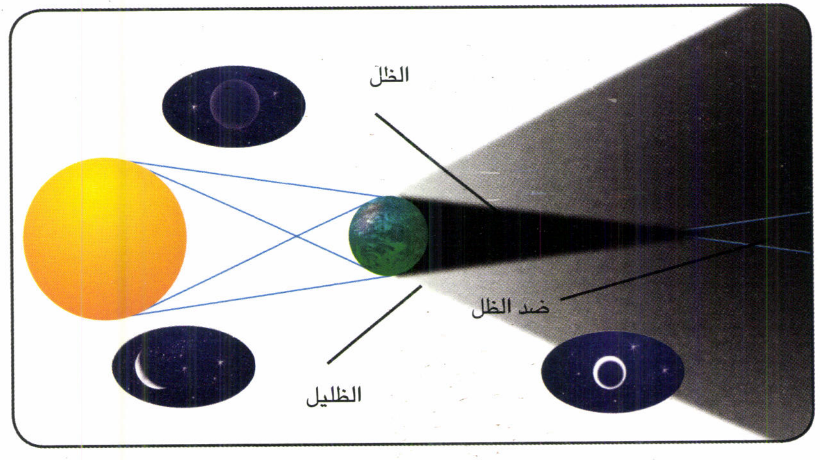
الظل **shadow** هو حالة الظلام التي تحدث حين يعترض جسم ما للضوء القادم من مصدر ما، حيث يمنع العائق الضوء من الوصول إلى السطح فتسبب بحدوث الظلام. ويحدث الظل بواسطة الأجسام الكتيمة **opaque** فقط لأن الجسم العتيم يمنع الضوء من المرور عبره. ويسقط الظل على الجانب الآخر للجسم المواجه للمصدر الضوئي، ويتشكل ظل أكثر دكنةً إذا كان المصدر الضوئي أصغر من العائق.



ظل بالون هواء ساخن على الأرض.

أنواع الظل

الظلال الناتجة عن الأجسام، لاسيما تلك الأجسام الكبيرة الحجم كالأجرام السماوية، تقسم إلى قسمين: الظل، الظليل.



رسم إيضاحي لأنواع الظل المختلفة.

أ- الظل umbra هي القسم الأكثر دكنةً ويوجد في مركز الظل. وهي داكنة، لأن الضوء المتجه نحو قسم من السطح قد تم صده تماماً بالعائق.

ب- الظليل penumbra هو القسم الأوضح من الظل. ويحدث حين يتمكّن جزء من الضوء من العبور إلى ما بعد العائق، ويصل إلى هدفه. ويمكن للشخص الواقف في الظليل أن يشهد كسوفاً جزئياً partial eclipse.

وكتعريف بديل للظليل يمكننا القول: إنه المنطقة التي يحجب فيها بعض المصدر الضوئي. ونستنتج من ذلك أن الظليل هو مجموعة جزئية subset من الظل.

يمكن أن يوجد أحياناً قسم ثالث من الظل يدعى ضد الظل antumbra. وهو المنطقة التي نرى من خلالها العائق محتوًى كلياً في المصدر الضوئي. وحين نقترب أكثر من المصدر الضوئي في منطقة ضد الظل يبدو لنا الحجم الظاهري للجسم العائق أو الصاد للضوء.

انتقال الظل مع الزمن

يستمر طول وموقع الظل بالتغير طيلة النهار. وقد ساعدت هذه الظاهرة أجدادنا على تقدير الوقت باستخدام المِزْوَلة (الساعة الشمسية) sundial. وقد استخدمت المِزْوَلة خاصية طول الظل الملقى على الأرض لكونه يتفق مع ظل التمام لزاوية ارتفاع الشمس (θ). لذا كان الشروق والمغيب يتسمان بظلال طويلة؛ لأن θ كانت تصل إلى نقطة الصفر. وعند الظهيرة كانت θ تصل إلى 90 درجة حين تكون الشمس عمودية تماماً، وعندها كان الظل يسقط مباشرةً تحت الجسم مشكلاً أقصر ظل خلال اليوم.


مِزْوَلة رومانية قديمة لقياس الزمن.


عربة متحركة تخلّف وراءها ظلها على الأرض.

هل تعلم؟

عند التصوير بالأشعة السينية فإن الصورة الناتجة ليست صورة العظام بل صورة ظل العظام. والعظام بطبيعتها كتيمة opaque، لذا فهي تمتص الأشعة السينية التي تمر فيها. ونتيجة لذلك تظهر صورة لظل العظام تساعد على تشخيص حالة المريض.


صورة بالأشعة السينية

سرعة انتقال الظل

إذا كانت المسافة من الجسم المعيق للضوء إلى مصدر الضوء كبيرة فسيكون للجسم ظلاً كبير الحجم. كذلك يلقي الجسم المتحرك ظلاً تتوسع أبعاده بشكل أسرع من طول حركة الجسم. وتستمر الزيادة في الحجم والحركة إذا كانت المسافة بين الجسم المعيق ومصدر الضوء أقرب. والظل المنبسط على سطح ذي مسافة كبيرة لا يمكنه أن يعطي أية معلومات عن المسافات بين حدوده. وسبب ذلك أنه لا توجد علاقة فعلية بين أية نقاط في الظل عدا كونها انعكاساً أو تدخلاً في الضوء.

الطيف الكهرطيسي

تدعى الموجات الكهرطيسية المتسلسلة حين ترتب بحسب تردداتها وأطوال موجاتها بالطيف الكهرطيسي electromagnetic spectrum، وهي تعبر عن اهتزازات المجالين المغناطيسي والكهربائي. وبالنسبة لجسم ما يمكن القول إنها التوزيع المميز للإشعاع الكهرطيسي الذي يبثه أو يمتصه ذلك الجسم تبعاً للطاقة.

ويعد الضوء من أشهر الأمثلة عن الإشعاع الكهرطيسي الذي يمكن رؤيته والإحساس به.

ميزات الطيف الكهرطيسي

1) اتجاه القوة المغناطيسية في جميع الموجات الكهرطيسية عمودي على اتجاه تحرك الموجة.

2) اتجاه القوة الكهربائية في جميع الموجات الكهرطيسية عمودي على اتجاه القوة المغناطيسية وحركة الموجة.

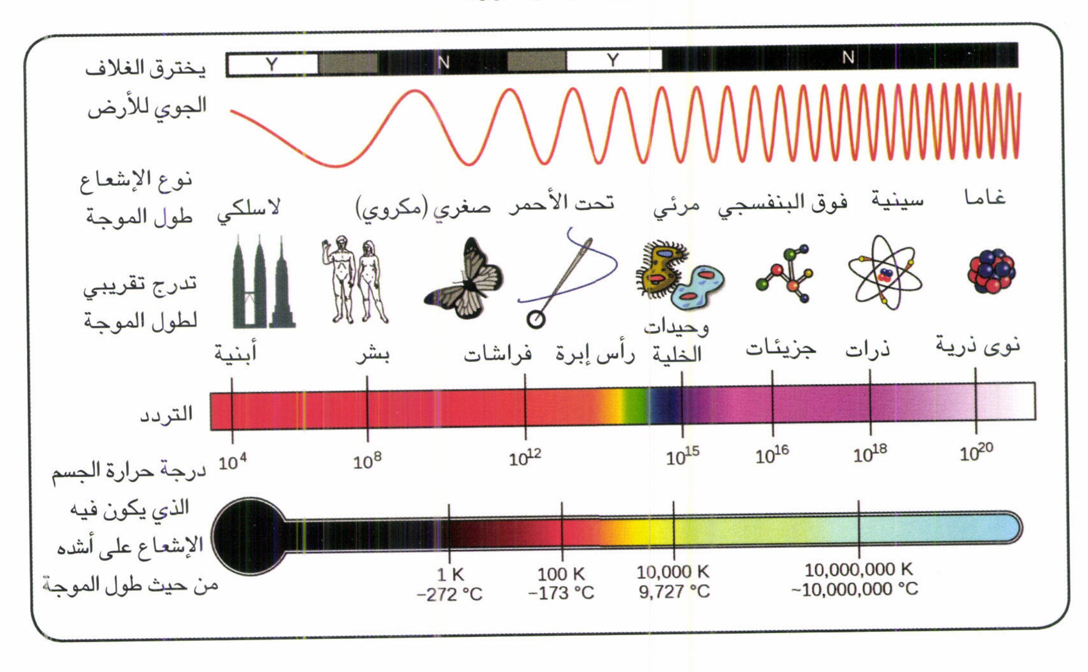
3) عزم القوة المغنطيسية يساوي دائماً عزم القوة الكهربائية في الموجات الكهرطيسية.

4) تتألف الموجات الكهرطيسية من سلسلة مستمرة من الموجات يمكن تصنيفها إلى عدة فئات، لا يرى منها إلا قسم ضئيل.

5) يمكن عد الموجات الكهرطيسية بأنها الموجات المتذبذبة المستعرضة للمجالين الكهربائي والمغناطيسي الذاتية الانتشار في الفضاء أو المادة.

طول الموجة

تعتمد الإشعاعات الكهرطيسية على طول الموجة wavelength، حيث تحدد طول موجة إشعاع موقعه في الطيف. ويمتد مجال الإشعاع الإجمالي في تردداته من 10^{23} هرتز إلى صفر هرتز تقريباً، أو وفقاً لأطوال الموجات من 10^{-13} سم إلى ما لا نهاية. ويضم بحسب التردد المتناقص فوتونات الأشعة الكونية وأشعة غاما والأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء والأشعة الصغرية والموجات اللاسلكية. لذا كان طيف طول موجات الأشعة الكهرطيسية يجعلها تستخدم في الكثير من الوسائل. وتتشكل الموجات بواسطة الحرارة والقوى الكهربائية والنووية.



يبين الشكل ميزات ونماذج وتطبيقات الموجات الكهرطيسية المختلفة.



يمكن لانفجار نجمي أن يصدر أشعة غاما.



أشعة تحت الحمراء صادرة عن مسلاط.

نشوء واكتشاف الطيف الكهرطيسي

تخلق حركة الإلكترونات مجالاً مغناطيسياً فيما حولها. كما يغير تذبذب الإلكترونات نحو الأمام والوراء مجالها المغناطيسي والكهربائي، مشكلاً طيفاً كهرطيسياً. ويمكن لهذا النوع من التذبذب أن يحدث إذا سخنت الذرات أو من التيار المتناوب. ويحدث أثر معاكس إذا صَدَمَت الموجة الكهرطيسية المادة، ويسبب ذلك اهتزازاً في الذرات مما يولد حرارة، ويجعل الإلكترونات تتذبذب. جميع المواد التي لها درجة حرارة أعلى من الصفر المطلق تبث إشعاعات كهرطيسية. ويقاس معدل طاقة الذرات المهتزة بدرجة الحرارة، لأن الحرارة تجعل الذرات تطلق إشعاعاتها الكهرطيسية. وهكذا يزداد بث الإشعاع مع زيادة درجة الحرارة.

موجات كهرطيسية مختلفة:

1) يبلغ طول أطول موجة كهرطيسية قابلة للاستخدام حوالي 1.5 كم، وتستخدم في التلفزيون والراديو.

2) تأتي بعدها الموجات الصُغرية، وتستخدم في الاتصالات وطهو الطعام.

3) الأشعة الحمراء العميقة التي يحصل عليها من المصابيح الحارة هي موجات تحت الحمراء، وهي لا ترى.

4) الإشعاعات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة هي الموجات الضوئية المرئية. وتكون أطوال موجاتها في حدود 1/1000 سم.

5) الأشعة التي تسبب الحروق الشمسية هي الأشعة فوق البنفسجية وهي تستخدم في "الضوء الأسود" black light لجعل الأشياء تومض.

6) للأشعة السينية القدرة على النفاذ عبر الجسم، لذا فهي تستخدم في الأغراض الطبية.

7) لأشعة غاما أصغر طول موجة، وتقدر بـ 1/10.000.000 في الطيف الكهرطيسي، وهي من أكثر الأشعة ضرراً. وهي تنتج عن المفاعلات النووية والقنابل الذرية.

يدل اللون الأزرق في صورة المجرة المتداخلة هذه على الأشعة فوق البنفسجية، ويدل اللون الأرجواني على الأشعة السينية.

انعكاس الضوء

تدعى ظاهرة ارتداد الضوء عن سطح ما بعد أن يرسل من مصدر ضوئي بانعكاس الضوء reflection of light. ونعرف انعكاس الضوء تقنياً بأنه تغيير في اتجاه جبهة الموجة الضوئية عند وبين وسطين مختلفين لكي يعود إلى الوسط الذي صدر عنه.

قوانين الانعكاس

يخضع الضوء أثناء انعكاسه عن سطح ما إلى بعض القوانين المعروفة، وتدعى قوانين الانعكاس. ويدعى الشعاع الضوئي المنبعث من مصدر بالشعاع الساقط incident ray ورمزه (I). وتدعى النقطة التي يحدث فيها سقوط الضوء على سطح ما بنقطة السقوط point of incidence ورمزها (R). والخط الناظم normal line هو الخط المرسوم عمودياً على نقطة السقوط، وهو يقسم الزاوية بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس reflected ray.

لذلك تدعى الزاوية الحاصلة بين الشعاع الساقط والخط الناظم بزاوية السقوط angle of incidence، وتدعى الزاوية الحاصلة بين الخط الناظم والشعاع المنعكس بزاوية الانعكاس angle of reflection. وينص القانون الأول للانعكاس أنه حين يحدث انعكاس فإن زاوية السقوط المشكّلة تساوي زاوية الانعكاس. وينص القانون الثاني أن الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والخط الناظم توجد كلها بطريقة متحدة المستوي (أي على سطح واحد).

انعكاس صورة مبنى على مرايا مبنى آخر.



أنواع الانعكاس

اعتماداً على طبيعة سطح التماس، فإن انعكاس الضوء يمكن أن يكون مرآوي أو منتثر.

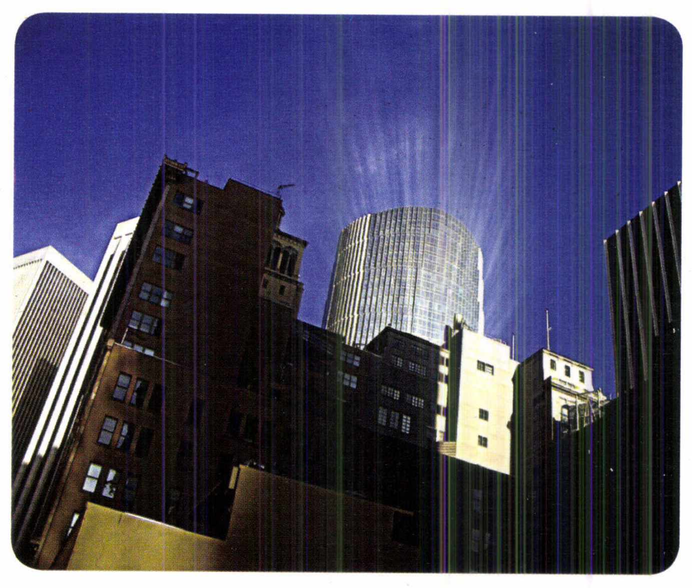


انعكاس مرآوي لمشهد طبيعي على سطح الماء.

الانعكاس المرآوي

specular reflection: هذا الانعكاس شبيه بانعكاس المرآة. وفيه ينعكس الضوء القادم من نقطة مصدرية واحدة مرتداً في اتجاه واحد. ويحدث هذا الانعكاس على الأسطح الملساء الساكنة كالماء أو المرآة. إذاً هو انعكاس اعتيادي تسقط فيه أشعة متوازية، وتنعكس بشكل متوازٍ عن السطح. ويلعب اتجاه نظر المُشاهد دوراً مهماً في تحديد شكل الانعكاس؛ حيث تتوجه الأشعة المبعثرة عند كل نقطة في الانعكاس المرآوي إلى الاتجاه نفسه تقريباً. لذا يقال بأن طول الموجة تتحكم بالسطح الأملس.





انتثار أشعة الضوء من مبنى.

الانعكاس المنتثر diffuse reflection:

الانعكاس المنتثر (أو المنتشر) هو انعكاس عن سطح خشن، حيث لا تنعكس الأشعة المتوازية السقوط بشكل متوازٍ. وفي الانعكاس المنتثر ينعكس الشعاع الساقط ضمن زوايا عديدة بدلاً من زاوية واحدة ومحددة. ويعود سبب ذلك إلى اجتماع التبعثر الداخلي والخارجي على السطح الخشن للجسم الذي يتلقى الشعاع الساقط. ويحدث الانعكاس المنتثر بشكل رئيس في الأجسام الملونة لأنه يقرر مدى امتصاص طول الموجات، وتحديد معدل مسار الضوء المسلط عليه.

انكسار الضوء

يدعى انحناء الضوء حين يمر من وسط إلى آخر مسبباً تغيّر اتجاه الموجة بانكسار الضوء refraction of light. ويحدث انكسار الضوء بسبب الفرق في سرعته بين وسط وآخر. ويؤدي انكسار الضوء إلى ميل الضوء باتجاه الخط الناظم إذا كان ينتقل من وسط أكثر كثافة إلى وسط أقل. ويعتمد اكتشاف زاوية الانكسار على معامل انكسار الوسيط. ويشرح قانون سنيل Snell's law العلاقة بين معاملات الانكسار.

ما هو مُعامِل الانكسار؟

معامل الانكسار refractive index هو نسبة سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في الوسط. ويُعرَّف أيضاً بأنه كمية انكسار الضوء حين يمر من وسط إلى آخر. لذا فإن معامل انكسار وسط n هو نسبة سرعة الضوء v إلى سرعة الضوء في الوسط c. ويمكن تمثيله بالصيغة التالية:

$$n = \frac{c}{v_p}$$



حين ينتقل الضوء من الهواء إلى الماء فإنه ينكسر بزاوية أكبر بالنسبة للخط الناظم، بينما تكون زاوية انكساره أصغر فيما لو انتقل من الماء إلى الهواء.

يحدث انكسار لصورة عود الامتصاص الموضوع في كأس مليء حين يكون العود مائلاً. أما إذا وضع العود بشكل عمودي فلا يحدث انكسار لصورته.

قوانين الانكسار

يخضع انكسار الضوء إلى قوانين الانكسار التي تتحكم في انحناء الضوء. ويحدث انكسار الضوء فقط حين يوجد فرق بين كثافة الوسيطين.

هل تعلم؟

أن العالم العربي أبو العلاء بن سهل أول من وضع قوانين الانكسار بشكلها الصحيح.

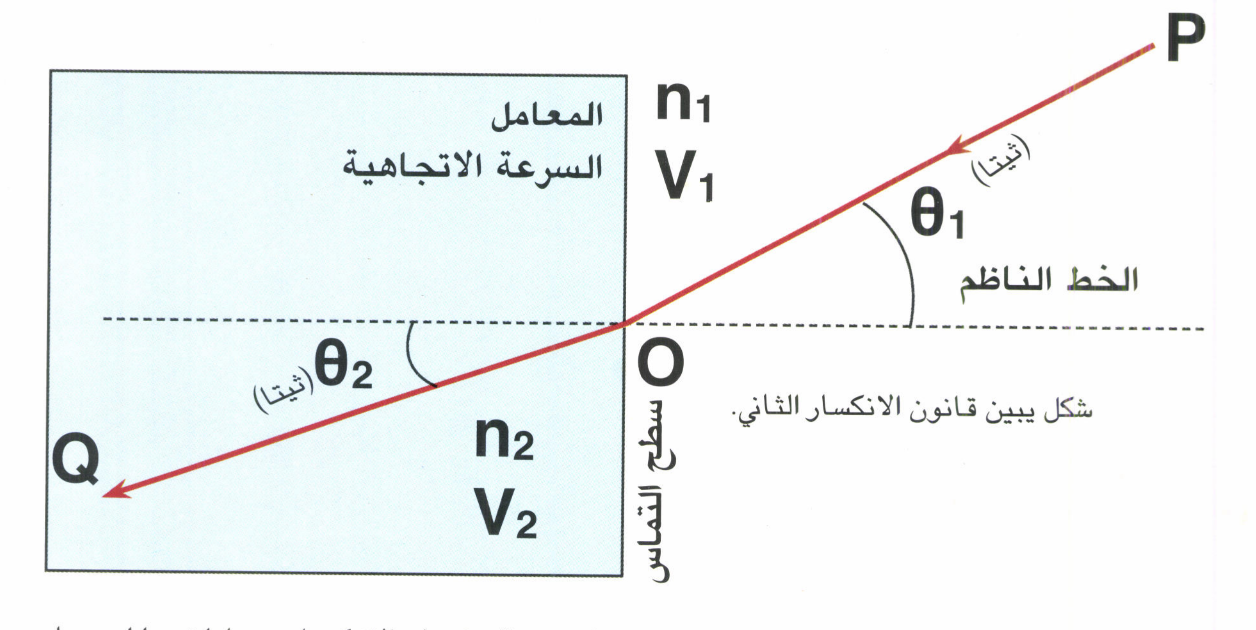
هواء

ماء

هواء

زجاج

انكسار الضوء



شكل يبين قانون الانكسار الثاني.

قانون سنيل

قانون سنيل Snell's law هو القانون الأساسي الذي يحكم معامل الانكسار. ويشرح قانون سنيل العلاقة بين زوايا السقوط وزوايا الانكسار. وينص هذا القانون على أن زاوية السقوط وزاوية الانكسار ثابتتان بحسب الوسط. ويضيف إلى أن نسب جيوب زاويتي السقوط والانكسار معادلتين للسرعات الاتجاهية للضوء في كلا الوسطين، أو بعكس نسب معاملات الانكسار.

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

البصريات والوسائل البصرية

البصريات **optics** هي العلم الذي يدرس الضوء وخواصه وتفاعله مع المادة والوسائل المستخدمة في اكتشافه. والوسيلة البصرية **optical instrument** هي أداة تحدد عدداً من الخواص المميزة للضوء؛ وذلك إما بمعالجة الموجة الضوئية لتحسين رؤية صورة؛ أو بتحليل الموجات الضوئية أو الفوتونات.

البصريات الفيزيائية

تنص البصريات الفيزيائية physical أو (البصريات الموجية) wave optics على أن كل نقطة واقعة على جبهة موجية wavefront متقدمة هي مركز اضطراب disturbance جديد اعتماداً على مبدأ هويغنز Huygen's principle. وهي تشرح أيضاً ظاهرة الاستعراض manifestation عندما توجد قوى عديدة أو عوائق تشكل اضطرابات شبيهة بطول الموجة الضوئية.

التراكب والتداخل

يستخدم هذا المبدأ في غياب الآثار غير الخطية بإضافة الاضطراب من أجل التنبؤ بأشكال الموجات waveforms المتفاعلة. ويدعى النموذج الناتج عن تفاعل الموجات بالتداخل interference. ويحدث اصطفاف ذرى وأحواض الموجات إذا كان لهذه الموجات طول الموجة والتردد نفسه.

◄ ألياف بصرية يمكنها التحكم باتجاه الضوء.

الحُيود

حين تصادف الموجة عائقاً ما فإنها تلتف أو تنحني حول ذلك العائق مما يسبب انتشار موجات ضمن فتحات صغيرة. وتدعى هذه الظاهرة بالحيود أو الانعراج diffraction. ويمكن ملاحظة الحيود حين تنتقل الموجة الضوئية عبر وسط ذي معاملات انكسار متفاوتة.



بسبب عائق الغيوم تنعرج أشعة الشمس على سطح الماء.

الاستبانة الضوئية

تشكل الكثير من المكونات الأحادية كالعدسة ومكونات التسجيل والعرض نظاماً تصويرياً. وبالإضافة إلى مساهمة هذا النظام في البيئة التي يحدث فيها التصوير، فهو أيضاً يساهم في الاستبانة الضوئية optical resolution أو درجة الوضوح. لذا تُعرَّف الاستبانة الضوئية على أنها القدرة على إيضاح تفاصيل الصور في النظام التصويري.

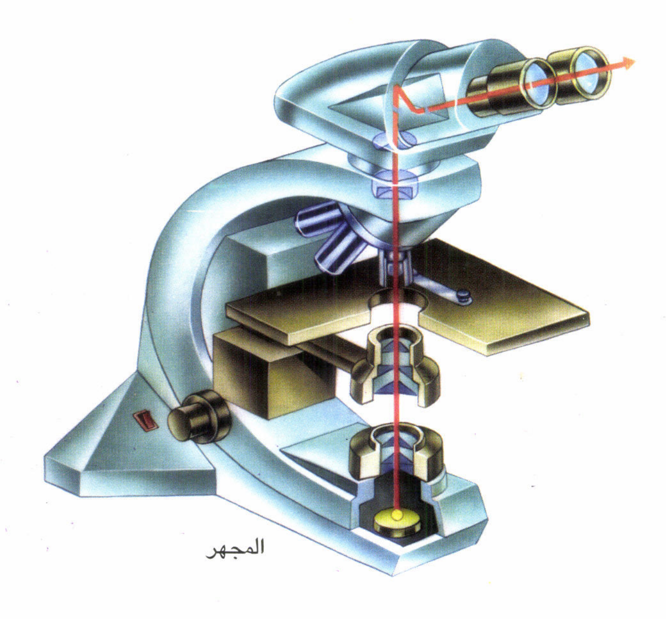
التشتت والتبعثر

تسمى ظاهرة اعتماد سرعة طور الموجة phase velocity of a wave على ترددها بالتشتت dispersion وأفضل أمثلة التشتت هو قوس الألوان حيث يحدث فصل حيزي للضوء الأبيض إلى ألوان مختلفة بسبب التشتت.

التبعثر scattering هو ظاهرة عامة تجعل أي نوع من الموجات تنحرف عن مسارها المستقيم لعدم انتظام الوسط التي تمر فيه. وتدعى الانعكاسات التي تتعرض للتبعثر بالانعكاسات المنتثرة، أما الانعكاسات غير المتبعثرة فتدعى بالانعكاسات المرآوية.

الأداة البصرية

نستفيد من الأداة البصرية optical instrument في تحسين الصورة لكي نتمكن من رؤية الجسم بالتفاصيل الدقيقة. وأشهر أداتين بصريتين هما: المجهر، والتلسكوب.



المجهر

المكروسكوب

المجهر (أو المكروسكوب) microscope هو أداة تستخدم عدستين مقربتين converging lenses. ويساعد وجود العدستين المقربتين على تكبير الصورة بشكل أوضح في المجهر، لذا يمكن ملاحظة الجسيمات الشديدة الصغر كالبكتيريا تحت المجهر.



التلسكوب

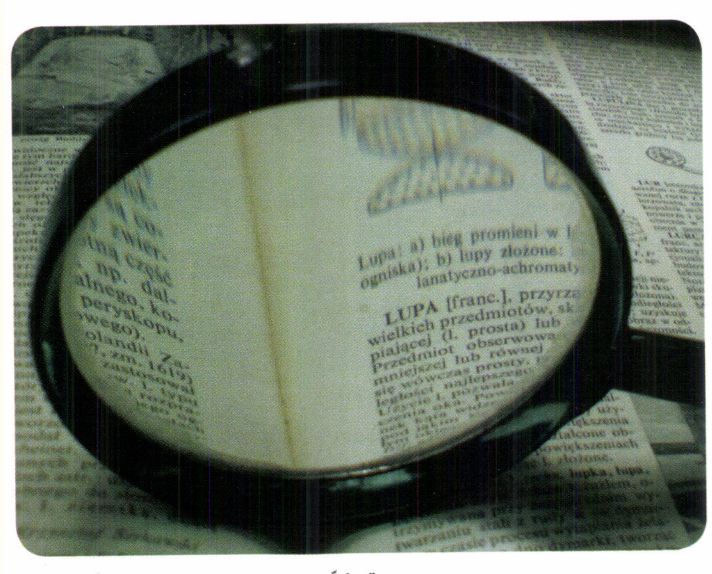
يستخدم التلسكوب (أو المِرقب) telescope لرؤية الأجسام البعيدة. ويتألف التلسكوب من عدستين، تصنع العدسة الأولى صورة صغيرة ومقلوبة عند نقطة بؤرتها، لذلك تكون الصور التي نراها بالتلسكوب مقلوبة، ولكننا نتجاهل ذلك لأن الأجرام الفضائية كروية الشكل.

التلسكوب

العدسات والمرايا

العدسة lens أداة بصرية شفافة مقوسة ذات تناسق محوري تقريبي وكامل يسمح لأشعة الشمس أن تقترب أو تبتعد من خلال نقل الضوء أو كسره. لذلك يمكن للعدسات أن تظهِر صوراً أكبر أو أصغر للأشياء الموضوعة أمامها.

تصنع المرآة mirror من الزجاج ويُطلى أحد سطحيها بالفضة أو الألمنيوم. وتَعكس المرآة الضوء، ويمكننا أن نرى انعكاس صورتنا فيها. لذلك يمكن القول أن المرايا هي أجسام ذات مُعامل انعكاسي واحد على الأقل. وتؤثر العدسات على المشهد الواقع خلفها، أما المرايا فتؤثر على المشهد الواقع أمامها.



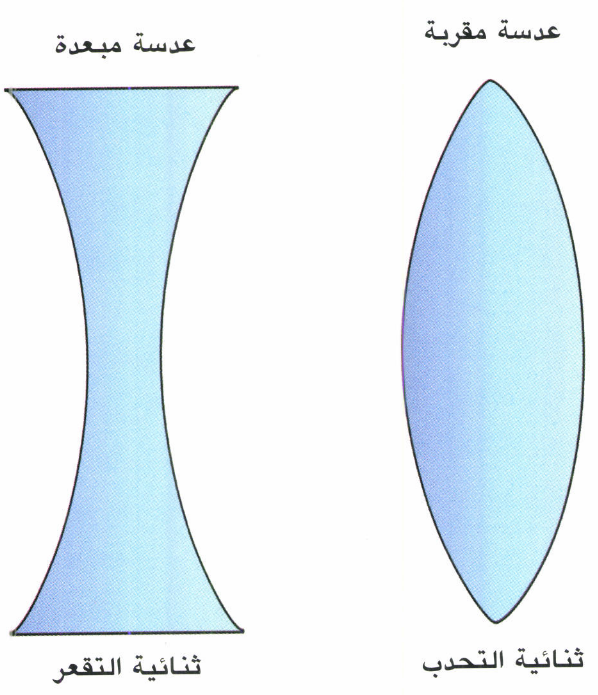
عدسة مكبِّرة

العدسات المحدَّبة

العدسات المحدبة convex lenses هي عدسات لها سطح واحد على الأقل ينحني نحو الخارج. والعدسات المحدبة هي عدسات مقربة converging lenses تحول جميع أشعة الضوء المتوازية إلى نقطة واحدة. والعدسة المحدبة أثخن في مركزها مما هي عليه في جوانبها. وتدعى نقطة تلاقي كافة الأشعة الضوئية بالنقطة البؤرية للعدسة المحدبة. وتدعى المسافة بين العدسة ونقطة تلاقي الأشعة (النقطة البؤرية) بالطول البؤري. ويدعى مركز العدسة بالمركز البصري للعدسة optical center.

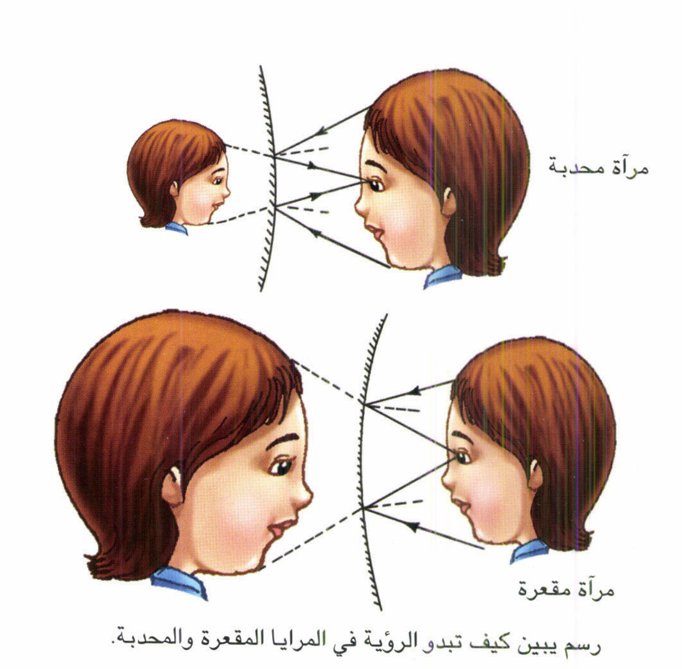
العدسات المقعَّرة

العدسات المقعرة concave lenses هي عدسات لها سطح واحد على الأقل منحنٍ نحو الداخل. وهي عدسة مبعدة diverging lens تنشر أشعة الضوءِ التي انكسرت عبرها. والعدسة المقعرة أرق بعداً في منتصفها مما هي عليه في جوانبها. وتمر الأشعة الضوئية عبر العدسة، وتبدو كأنها قدمت من نقطة تدعى نقطة البؤرة focal point وتقع خلف العدسة. وتدعى المسافة بين البؤرة الرئيسة والعدسة بالطول البؤري focal length. وكلما زاد تقعر العدسة زاد الطول البؤري فيها، وأصبحت العدسة أشد قوة.



المرآة المقعرة

يبرز السطح العاكس للمرآة المقعرة concave mirror نحو الداخل. وتستخدم المرايا المقعرة لتركيز الضوء؛ حيث تعكس الضوء إلى الداخل نحو النقطة البؤرية. وتدعى المسافة بين المرآة والنقطة البؤرية بالطول البؤري للمرآة. وكلما زاد تقعر المرآة قصر طولها البؤري، وكان تكبيرها أعظم.



رسم يبين كيف تبدو الرؤية في المرايا المقعرة والمحدبة.

المرآة المحدبة

المرآة المحدبة convex mirror هي مرآة مباعِدة. يبرز السطح العاكس للمرآة المحدبة نحو الخارج، مما يجعله أشبه بعين السمكة. وتعكس المرايا المحدبة الضوء نحو الخارج. وتقع النقطة البؤرية للمرآة المحدبة حيث تصدر الأشعة المنعكسة، وكلما قصر الطول البؤري تناقصت أبعاد الصورة المنعكسة.


استخدمت العدسات في النظارات منذ زمن طويل.

استخدام العدسات

تحوي أعيننا على عدسات مما يجعلنا قادرين على رؤية الأشياء. وتستخدم العدسات في النظارات لتمكن الناس من رؤية الأشياء الواقعة على مسافة بعيدة أو قريبة. وكذلك تستخدم العدسات في كاميرات التصوير لالتقاط الصور. ومن الوسائل البصرية الأخرى المعتمدة على العدسات: المنظار، والتلسكوب، والمجهر، والزجاجة المكبرة، ويستخدم الناس هذه الوسائل بكثرة في بحوثهم العلمية. وكذلك فإن المسلاط يستخدم العدسات أيضاً.

استخدام المرايا

نستعمل جميعنا المرايا حتى نرى أنفسنا، ونحسِّن من هيئتنا. كذلك تستخدم المرايا في المعدات العلمية كالتلسكوب والليزر والكاميرات. وكذلك تستخدم المرايا لتزيين اللوحات والقطع الزخرفية.



الليزر والصور المجسمة

الليزر **laser** هو الاختصار الإنكليزي لعبارة "التضخيم الضوئي بوساطة الإشعاع المحثوث" **Light Amplification by Stimulated Radiation** وهي آلية تبث إشعاعاً ضوئياً كهرطيسياً أو ضوءاً مرئياً بطريقة الإصدار المحثوث **stimulated emission**.

الصور المجسّمة **holograms** هي صور مسجلة بآلية التصوير التجسيمي **holography** يُسجَّل فيها الضوء المتشتت من الجسم، ثم يُعاد تركيبه (بأبعاده الثلاثية) كما لو كان في الموقع نفسه الذي كان فيه أمام آلة التسجيل حين تم تسجيله. وهكذا بدلاً من أن تكون الصور المجسمة إسقاطاً ضوئياً في نظام ترميز تصبح مجالاً ضوئياً مبعثراً يعاد تجميعه.



إطلاق أشعة الليزر من أبنية تحتفل في إحدى المناسبات.

شعاع الليزر

شعاع الليزر laser beam هو شعاع متماسك يمكن تمييزه عن مصادر الضوء الأخرى التي تبث أشعة ضوئية غير متماسكة عشوائية في تدرجات طورها بالنسبة للزمن والموقع. وأضواء الليزر laser lights هي أضواء أحادية اللون ذات طيف كهرطيسي وأطوال موجات ضيقة.

الليزر الغازي

الليزر الغازي gas laser هو أحد أنواع الليزر التي تنتج عن استخدام غاز وحيد أو مزيج من الغازات لإطلاق تيار كهربائي منتج للضوء. وتوجد أنواع عديدة لليزر الغازي مثل: ليزر الهليوم والنيوم، وليزر ثنائي أكسيد الكربون، وليزر شاردة الأرغون. وكان أول من صنع الليزر الغازي الفيزيائي الإيراني علي جافان Ali Javan في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا سنة 1960، ويعد الليزر الغازي من أكثر أنواع الليزر فائدةً وعمليةً واقتصاديةً.

الليزر الليفي

الليزر الليفي fibre laser هو ليزر ذو نوعية عالية، ويستخدم بكثرة في الاتصالات السلكية لنقل الصور والمعلومات السمعية والمرئية على مسافات بعيدة. كما يستخدم الليزر الليفي في الحاسوبات لنقل المعلومات والمعطيات. وتعتمد تقنية الليزر الليفي على الألياف البصرية المشابة بعناصر أرضية نادرة كالإربيوم erbium.



صاغ اصطلاح الليزر الفيزيائي الأميركي غوردون غولد Gordon Gould.

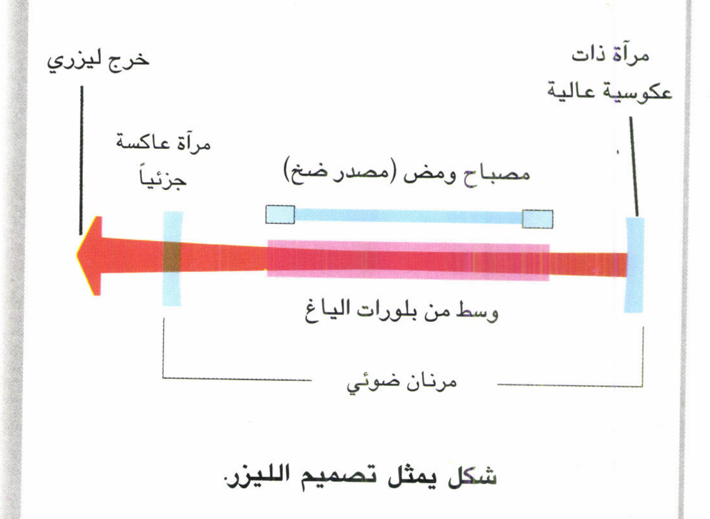
صناعة الليزر

يصنع الليزر بواسطة مضخة تعمل كمصدر للطاقة. ويشكل وسط تنشيط، وهو مادة ذات خواص تسمح لها بتضخيم الضوء بوساطة الإصدار المحثوث، ومولد ضوئي باستخدام مرآتين أو أكثر.

وسط التنشيط gain medium: هو المكان الذي يجري فيه الإصدار المحثوث والفوري للفوتونات، مما يؤدي إلى ظاهرة التضخم amplification. وهو العامل الرئيس لتحديد طول موجة الليزر وخواصه الأخرى.

مصدر الضخ pump source: يهيئ مصدر الضخ الطاقة لجهاز الليزر، ويحدد وسط التنشيط نوع مصدر الضخ الذي يجب استخدامه، ويقرر مصدر الضخ بدوره طريقة نقل الطاقة إلى الوسط.

المرنان الضوئي optical resonator: ويعرف أيضاً بالتجويف الضوئي optical cavity. يتألف أبسط مرنان ضوئي من مرآتين متوازيتين تنصبان حول وسط التنشيط لتنتجا التغذية الضوئية المرتدة feedback of the light. ولتحديد الخواص العاكسة للمرايا فإنها تطلى بطلاء ضوئي.



شكل يمثل تصميم الليزر.

خزن المعلومات

تساعد تقنية الخزن التجسيمي على حفظ المعلومات بكثافة عالية في البلورات والبلمرات الضوئية. وتمتاز إمكانية اختزان معلومات واسعة من المعلومات بأهمية كبرى لذا فإنها تستخدم على نطاق واسع في الكثير من المنتجات الإلكترونية.

أمن المعلومات

يعد تزوير الصور المجسمة عملية شاقة لأنها تنسخ من صورة مجسمة رئيسة تحتاج إلى معدات متقدمة تكنولوجياً ومتخصصة وغالية الثمن، لذلك تساعد هذه الخاصية على استخدام الصور المجسمة في أغراض أمنية. وهي تستخدم بكثرة في الكثير من عملات العالم كالبرازيل والمملكة المتحدة. كما يمكننا أن نرى الصور المجسمة في بطاقات الائتمان وجوازات السفر وأسطوانات الأفلام المضغوطة (DVD). كذلك يستخدم الكاشف التجسيمي في الكشف الثلاثي الأبعاد للطرود البريدية وفي شركات الشحن والبساط الناقل في المصانع.

تطبيقات المجسمات

عدا وظيفة التسجيل تستخدم المجسمات في مجالات أخرى عديدة كخزن المعلومات والأغراض الأمنية.



مجسم مستخدم على عملة ورقية.

الألوان

ينتج عن تبعثر شعاع ضوئي لِطيف تشكُّل خطوط ذات ترددات مختلفة، ولكل منها تدرجه الخاص، وتعرف هذه التدرجات المختلفة بالألوان colors. لذا فإن اللون هو أحد نواتج الطيف الضوئي، ويتفاعل مع العين عبر التحسسات الطيفية للمستقبلات الضوئية light receptors.



تعريف اللون

اللون هو السمة المرئية لجسم ما تنتج عن الضوء الذي يمتصه الجسم أو يعكسه. ويعرَّف كل ضوء عموماً بحسب تدرّجه hue وتشبّعه saturation وسطوعه (أو زهوه) luminosity.

والتدرج هو الضوء نفسه ضمن طول موجة واحدة، وهو الميزة الرئيسة للون ما تميزه عن الألوان الأخرى.

والتشبع هو صفاء أو نقاء ذلك اللون مما يعني أننا لو مزجنا الأحمر الصافي مع الأبيض لحصلنا على درجات من الأحمر. ولهذه الدرجات shades التدرج نفسه، ولكنها تختلف في تشبعها.

أما السطوع فهو يدل على شدة أو طاقة الضوء.

الألوان الرئيسة

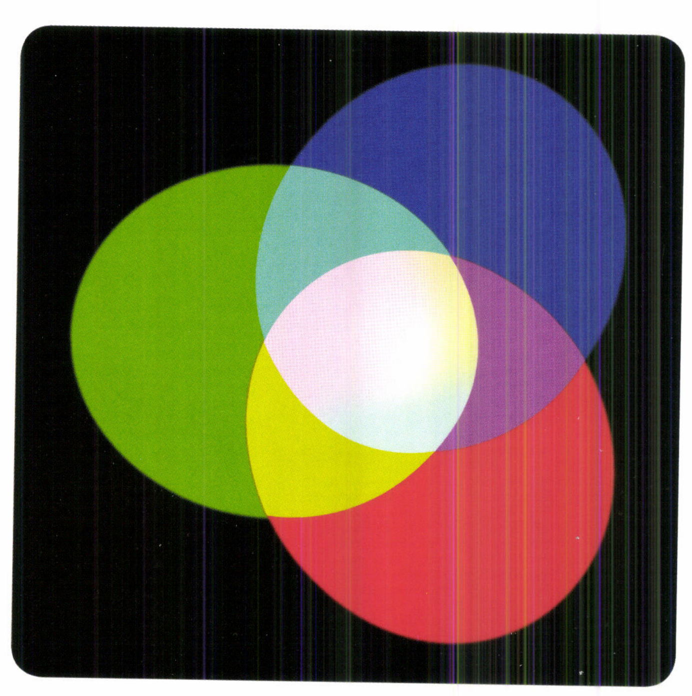
الألوان الرئيسة primary colors هي الألوان الأساسية لتشكيل الألوان الأخرى. وتمزج الألوان الرئيسة معاً لإعداد الألوان الثانوية أو المركبة. ويعني ذلك أنه يمكن مزج الضوء لإنتاج الملايين من الألوان المختلفة. والألوان الرئيسة الثلاث للضوء هي: الأحمر والأخضر والأزرق. وإذا مزجنا كميات متساوية من الأحمر والأخضر والأزرق لحصلنا على اللون الأبيض. ويؤدي مزج الأزرق مع الأحمر إلى إعطاء اللون الأرجواني. ويعطينا مزج الأزرق مع الأحمر اللون الأصفر، أما مزج الأزرق والأخضر فيعطينا اللون الأزرق البحري أو النيلي. وهكذا يمكن بمزج مختلف مقادير الألوان الأساسية أن نحصل على عدد لا حصر له من الألوان.

مزج الألوان

لكي نحصل على مختلف الألوان ودرجاتها نمزج الألوان الرئيسة معاً لتشكيل ألوان جديدة، وتعرف العملية بعملية مزج الألوان mixing of colors.

وتمزج الألوان بطريقتين: الطريقة الجمعية additive، والطريقة الطرحية subtractive. وتشمل الطريقة الجمعية إضافة ألوان طيفية، وتشمل الطريقة الطرحية طرح أو امتصاص أجزاء من الطيف.

ونطلق اسم مزيج الألوان المضافة additive color mixture حين يمتزج مصدران ضوئيان معاً. فمثلاً حين ينضم الضوء الأحمر إلى الضوء الأخضر فإنهما ينتجان الأصفر. ويحدث مزيج الألوان المطروحة subtractive color mixture حين يمزج وسطان عاكسان، كما يحدث حين نمزج الحبر أو الدهان. فمثلاً إذا مزجنا ألوان الحبر الأزرق والأصفر نحصل على حبر أخضر (وليس أبيض كما يحدث في حالة مزيج الألوان المضافة).



مزج الألوان الجمعي

الألوان المضافة

تعرف الألوان الناتجة عن انبعاث الضوء بشكل مباشر من مصدر أو مادة ساطعة بالألوان المضافة additive colors.

والألوان الثلاثة المضافة هي: الأحمر والأخضر والأزرق.

ويمكن الحصول على جميع الألوان الأخرى تقريباً بمزج الألوان الأحمر والأخضر والأزرق بكميات متفاوتة. وحين تمتزج الألوان الأحمر والأخضر والأزرق بكميات متساوية فإنها تنتج اللون الأبيض. والألوان الثانوية المباشرة من مزج الألوان المضافة هي: الأصفر والأرجواني والنيلي.

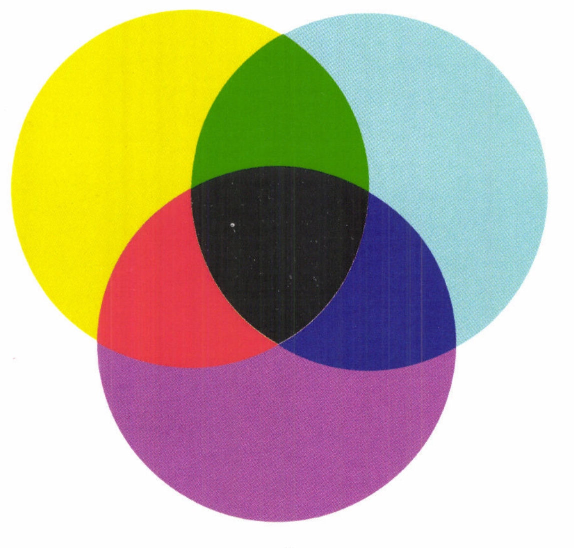


الألوان المتتامة

الألوان المتتامة complementary colors هي الألوان المتضادة مع ألوان نموذج ما بحيث أن مزجها معاً ينتج الضوء الأبيض.

اللون المسقِط

اللون المسقط subtractive color هو اللون الناتج عن اختزال بعض أطوال الموجات وعكس بعضها الآخر. والألوان الرئيسة للمزيج الطرحي للدهانات والأصبغة والمواد الملونة الأخرى هي: الأصفر، والأرجواني، والنيلي، تليها كألوان ثانويةِ: الأحمر والأخضر والأزرق.



مزج الألوان الطرحي

مقياس الألوان

يقيس مقياس الألوان colorimeter الشدة اللونية مستخدماً مجموعة من الوسائل. ومن أكثر هذه الوسائل تطوراً هو المِضواء الطيفي spectrophotometer الذي يحلل الضوء من حيث كمية الطاقة الموجودة في كل طول موجة طيفية.

التصوير الضوئي



يشمل التصوير photography تسجيل الإشعاعات على وسط حساس للإشعاع radiation sensitive كالفيلم الفوتوغرافي. أو بكلمات بسيطة التصوير هو: إنتاج صور للأشياء على سطح ذي حساسية إشعاعية.

السير جون هرشل

اشتق السير جون هرشل Sir John Herschel سنة 1839 كلمتي "فوتو" photo و"غراف" graph من اليونانية وصاغهما معاً لتشكيل كلمة "فوتوغراف" photograph التي تعني "رسم الضوء". ومن هنا أصبحت أي عملية أو نشاط أو فن إنتاج الصور الثابتة أو المتحركة تعرف باسم "الفوتوغرافيا" أو "التصوير" photography.



السير جون هرشل

تاريخ التصوير

يمكن تتبع تاريخ التصوير بالعودة إلى القرنين الرابع والخامس قبل الميلاد الذين شهدا استخدام الكاميرا ذات الثقب pinhole camera، والتي وصفها كل من الفيلسوف الصيني ماو تي Mao Ti والفيلسوف الإغريقي أرسطو Aristotle. ثم شهد القرن السادس الميلادي ظهور الرياضي البيزنطي أنثميوس تراليس Anthemius of Tralles الذي استخدم القمرة أو الحجرة المظلمة camera obscura في اختباراته. وقد كان الاستعمال المتواضع لهذا النمط من الكاميرات خطوة مهمة في تطور اختراع الكاميرا الحديثة كما نعرفها اليوم.



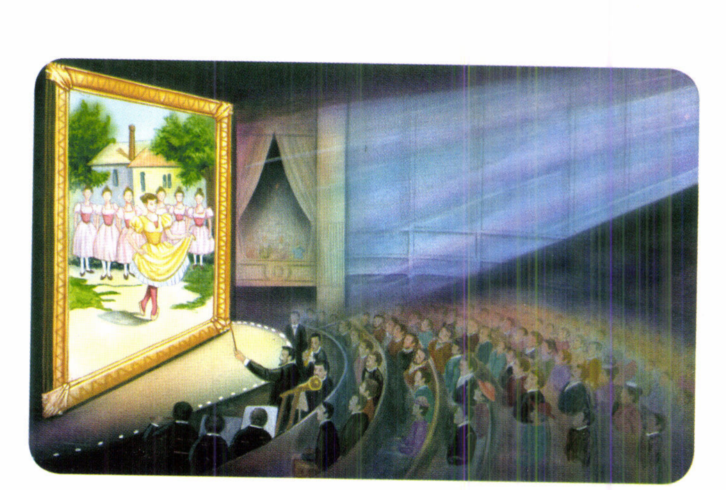
رسم قديم للحجرة المظلمة.

ثم حدثت اختبارات على التصوير بالألوان خلال القرن التاسع عشر. مع أن البداية كانت صوراً ذات ألوان مؤقتة بدلاً من الألوان الثابتة إلا أنه في سنة 1861 التقط جيمس كلارك ماكسويل James Clark Maxwell صورة مسلاطية ذات ألوان مضافة لقصاصة من القماش المقلم. ولم تصل أول لوحة عملية كاملة ذات ألوان أصلية إلى السوق إلا في سنة 1907.

الفيلم

الفيلم film شكل من أشكال الفن يشمل الأفلام السينمائية، ويدخل في صناعة السينما. ويحدث إنتاج الفيلم إما بتسجيل الصور الفوتوغرافية بالكاميرات أو بصنع الصور باستخدام تقنيات الحركة والمؤثرات البصرية visual effects. والفيلم شكل فني مهم ومصدر شائع من مصادر الثقافة والتعليم والإمتاع. والحركات الموجودة في الفيلم هي واسطة اتصال. الأفلام نتاج بشري تخلقه ثقافات الشعوب لكي تعبر عنها، وتعكس حياتها وآمالها، وتؤثر في المشاهدين.




أحد الأفلام الأولى يعرض بواسطة مسلاط مبكر.

بدايات الأفلام

قبل وجود الأفلام كان الناس يشاهدون المسرحيات، ويمارسون الرقص كنوع من الترفيه. وكان للمسرحيات والرقصات والموسيقا العناصر نفسها التي تحويها الأفلام من سيناريو وأضواء وأزياء وموضوعات ومشاهدين وإنتاج وغير ذلك. وفي حوالي سنة 1600 م قام جان بابتيستا ديلا بورتا بإجراء التحسينات على الحجرة المظلمة التي اخترعها أنثميوس تراليس، وطورها الحسن بن الهيثم، وقد أدى ذلك إلى دخول الضوء من الخارج معكوساً عبر ثقب صغير أو عدسة، وسقوطه على سطح أو شاشة لخلق صورة متحركة. وقد تم الحفاظ على الصورة الناتجة في السجلات الموجودة في ذلك التاريخ.

تصاعد شعبية الأفلام

بزغت الأفلام إلى الأضواء مع الأفلام الفوتوغرافية القديمة التي كانت أولى وسائط تسجيل وعرض الأفلام المتحركة. وتطور الفيلم تدريجياً من كونه بدعة احتفالية ليصبح من أهم وسائل التواصل والترفيه ووسائل الإعلام في القرن العشرين.

الصور الأولى ذات البعدين

أول من أنتج صورة بوساطة الكاميرا كان نيسفور نيبس عام 1826، ثم طرحت آلية إنتاج صور ثنائية الأبعاد two-dimentional images سنة 1860. وقد عرضت هذه الإمكانية طرائق سميت بالزوتروب zoetrope (تحريك الصور بتدويرها ضمن أسطوانة) والموتوسكوب mutoscope (تحريك الصور بالتكرار والاقتطاع) والبراكسينوسكوب praxinoscope (تحريك الصور بواسطة مرايا).

وخلقت هذه التقنيات ظاهرة تدعى استمرار الأثر في العين عرضت سلاسل من الصور الثابتة بسرعات كافية، مما يعطي الإيحاء بأنها كانت تتحرك. وقد جعل اختراع فيلم السلولويد celluloid film أو التصوير الثابت (الذي تمكن من التقاط الصورة أثناء حركتها) إمكانية عرض الحركة في الزمن الواقعي لها. ثم أدى تطور الكاميرا السينمائية إلى الظهور السريع للمسلاط السينمائي والفيلم المطبوع مما وضع الأفلام السينمائية على الشاشة ليشاهده جمهور أكبر من الناس.

الأفلام الملونة

أصبحت الأفلام الملونة شيئاً معتاداً عند صنّاع السينما في نهاية ستينيات القرن العشرين. ومع انحدار نظام الستوديو في ستينيات القرن العشرين حدثت تبدلات كبيرة في إخراج وطراز الفيلم في السنوات التالية. وما أن دخلت التسعينيات والقرن الحادي والعشرين حتى أصبحت التكنولوجيا الرقمية هي التي تدير كافة الأعمال السينمائية.


صورة بالسينماكولور وهي إحدى الطرائق الأولى الناجحة في التصوير السينمائي بالألوان.

الطاقة الصوتية

الصوت sound طاقة لا يمكنها الانتقال في الفراغ، وهي تحتاج دائماً إلى وسط من أجل انتقالها. وتنتقل الموجات الصوتية من مكان إلى آخر بواسطة تفاعل الجسيمات التي تحدثها الاهتزازات الصوتية. وينتقل الصوت من المصدر في جميع الاتجاهات كما تنتقل تموجات الماء حين نلقي حجراً في بركة. وكلما انتشر الصوت أبعد أصبح أضعف.



تستخدم آلات موسيقية مختلفة لإصدار أصوات مختلفة.

خواص الطاقة الصوتية

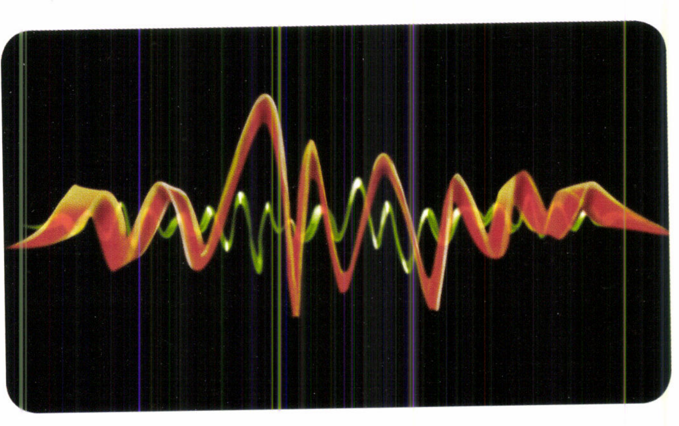
يحدد الصوت بواسطة سعته وتردده وطول موجته وطبقته وسرعته الاتجاهية.

والسعة amplitude هي مقياس الجهارة والرخاوة للصوت والموسيقا.

والتردد frequency هو معدل اهتزاز الصوت في الوحدة الزمنية، ويقاس بالهرتز hertz. ويساوي الهرتز دورة واحدة في الثانية.

وطول الموجة wavelength هو المسافة التي تقطعها دورة واحدة من دورات الموجة الصوتية.

والطبقة pitch هي إحدى خواص الصوت المتعلقة بالنغمات الموسيقية، حيث يمكن للأصوات أن تكون ذات طبقة عالية أو طبقة منخفضة. وتعتمد الطبقة على تردد وطول موجة النوطة note الموسيقية.



رسم الموجات الصوتية على أحد الأجهزة الالكترونية.

ميزات الطاقة الصوتية

تُدعى الطاقة التي تتدفق في الموجات الصوتية بشدة الصوت intensity. والجهارة loudness هي كمية الطاقة التي يبذلها الصوت حين يصل إلى الأذن. وعادة ما تترافق الزيادة في جهارة الصوت مع شدته. وتقاس جهارة الصوت بالفون phon. وتعتمد سرعة الصوت على الوسط الذي ينتقل فيه. وينتقل الصوت بسرعة في الوسط الصلب، وتقل سرعته في الوسط السائل، وهو أبطأ سرعة في الغازات. وينتقل الصوت بسرعة 5950 م/ثا في الحديد، وبسرعة 1497 م/ثا في الماء المقطر، وبسرعة 316 م/ثا في الأكسجين.

استخدامات الطاقة الصوتية

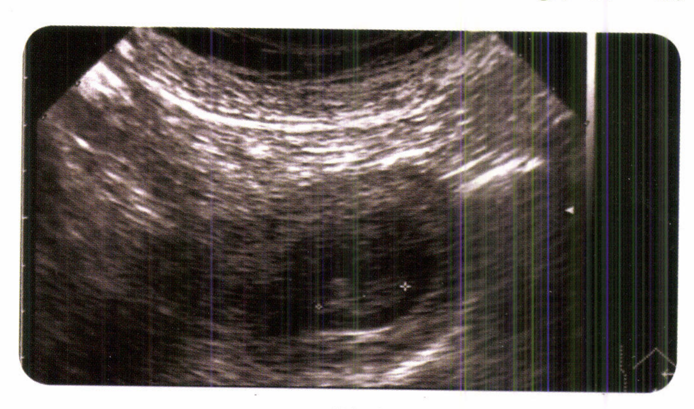
يساعد الصوت على التواصل بين الكائنات الحية، حيث يتواصل الناس والحيوانات والطيور فيما بينهم بواسطة الصوت. وقد أصبح لدراسة الصوت فوائد جمة في مختلف المجالات العلمية والطبية، مما أدى إلى اكتشافات واختراعات كثيرة لاستغلال الطاقة الصوتية.

السونار sonar: كلمة سونار هي اختزال للحروف الأولى من العبارة الإنكليزية "الملاحة وتحديد المجال الصوتي" Sound Navigation and Ranging. ويستخدم السونار الصدى لتحسس واكتشاف الأشياء. وتبث أجهزة السونار موجات صوتية في محيطها، فتصطدم هذه الموجات بالأجسام الموجودة في ذلك المحيط. ثم ترتد الموجات عائدةً إلى الجهاز؛ فتمكنه من تحديد ماهية ومسافة واتجاه الجسم. وتستخدم الغواصات موجات السونار للكشف عن مسافة واتجاه السفن والأجسام الأخرى الموجودة في البحر.



حوامة من نوع سيهوك (س ش – 60 ف) تنزل جهاز سونار في المحيط الهادي.

الصوت فوق السمعي ultrasound: تستخدم الأصوات فوق السمعية موجات صوتية ذات تردد عالٍ جداً. وتهتز الأصوات فوق السمعية بترددات أعظم من 20 كيلوهرتز، فتخترق الموائع والسوائل بسهولة أكبر من الأصوات ذات التردد المنخفض. وترتد الموجات فوق السمعية عن أجسامنا بعد أن تصطدم بأنسجتها. ثم تتحول هذه الأصداء الصوتية المرتدة إلى صورة تدعى صورة الأمواج فوق الصوتية sonogram. ويسمح التصوير فوق السمعي ultrasound imaging (ويدعى أيضاً تخطيط الصدى ultrasonography) للأطباء بأن يلقوا نظرة داخلية على أنسجة وأعضاء أجسامنا من دون اللجوء إلى تقنيات جراحية.



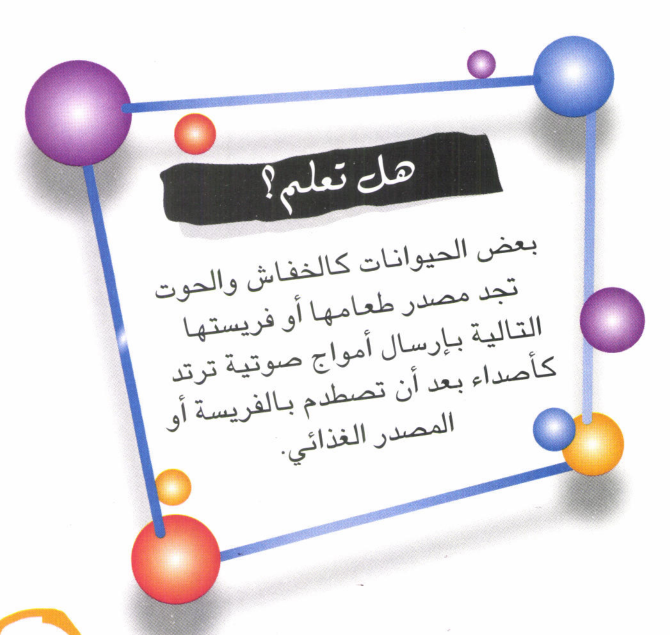
تخطيط الصدى

الصوت تحت السمعي infrasound: الأصوات تحت السمعية هي أصوات ذات تردد شديد الانخفاض. ولا يمكن للناس أن تسمع الأصوات تحت السمعية. وتهتز الأصوات تحت السمعية بترددات أقل من 20 هرتز. ومع أن الإنسان لا يستطيع أن يسمع هذه الأصوات إلا أنها تحدث فيه عدداً من التأثيرات كالقلق والأسى العميق والقشعريرة.



مرآتان صوتيتان تقعان في متحف نيومكسيكو لتاريخ الفضاء في آلاموغوردو.

المرايا الصوتية sound mirrors: المرايا الصوتية هي وسائل تستخدم للكشف عن الأصوات وقد استخدمت لأغراض عسكرية خلال الحرب العالمية الأولى، لاكتشاف طائرات العدو القادمة للإغارة وذلك بجمع موجاتها الصوتية، وكانت بمثابة أجهزة إنذار مبكر. وتستخدم المرايا الصوتية هذه الأيام على نطاق واسع لتكبير أصوات الرياضيين والمدربين في المنافسات الرياضية الحية. وتعرف المرايا الصوتية أيضاً بأسماء أخرى كالمرايا السمعية acoustic mirrors، والصحون البيتونية concrete dishes، والآذان الصاغية listening ears.



الصوتيات تحت المائية

يدرس انتقال الصوت تحت الماء والموجات الميكانيكية المشكلة في الماء ونطاقه ضمن فرع من الفيزياء يعرف بالصوتيات تحت المائية underwater acoustics. وتتراوح الترددات الاعتيادية للصوتيات تحت المائية بين 10 هرتز و(1) ميغاهرتز.

الاتصالات الصوتية تحت الماء

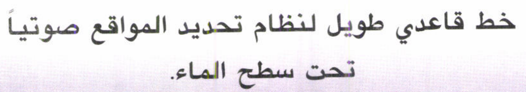
تعرف طريقة إرسال واستقبال الصوت تحت الماء بالاتصالات الصوتية تحت الماء. مع وجود طرائق عديدة للقيام بهذا الاتصال إلا أن أفضلها هي باستخدام المسماع المائي hydrophone. والمسماع المائي هو مكروفون صمم خصيصاً للاستخدام تحت الماء ولأغراض تسجيل أو سماع الأصوات تحت الماء.



مسماع مائي

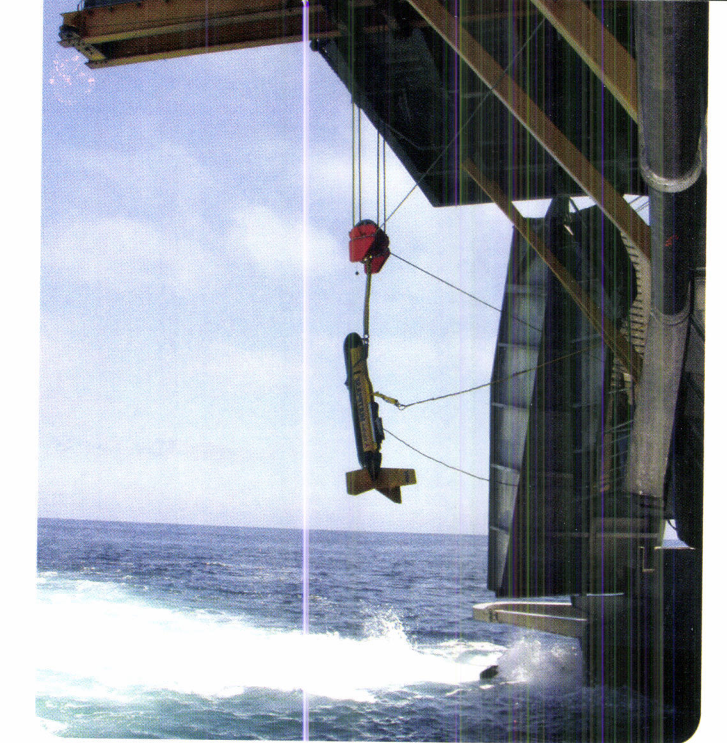
الملاحة والتعقب تحت الماء

خلافاً لباقي الإشارات التي يمكن امتصاصها بسهولة ينتقل الصوت تحت الماء بمعدل يمكن تقديره وقياسه بالضبط. لذلك تستخدم الملاحة والتعقب تحت الماء underwater navigation and tracking لقياس المسافات بين الهدف المطارَد وإحدى المحطات البحرية أو أكثر بتثليث موقع الهدف triangulating the position of the target بدقة تصل حتى السنتيمترات. وقد أدت هذه التقنية إلى ظهور نظام تحديد المواقع صوتياً تحت سطح الماء underwater acoustics positioning system.



خط قاعدي طويل لنظام تحديد المواقع صوتياً تحت سطح الماء.




وحدة سونار تنزل في الماء.



السونار

وظائف السونار sonar هي نفسها وظائف الرادار؛ فأصداء النبضات الصوتية التي تستخدم لسبر غور البحر هي طريقة بحث عن معلومات عن البحر وأعماقه والأجسام المغمورة فيه. وتوجد طريقة بديلة هي السونار السلبي passive sonar الذي يقوم بالوظيفة نفسها، ولكن بالاستماع إلى الأصوات المنبعثة من الأجسام الموجودة في البحر.

الاستكشاف بالطريقة الزلزالية

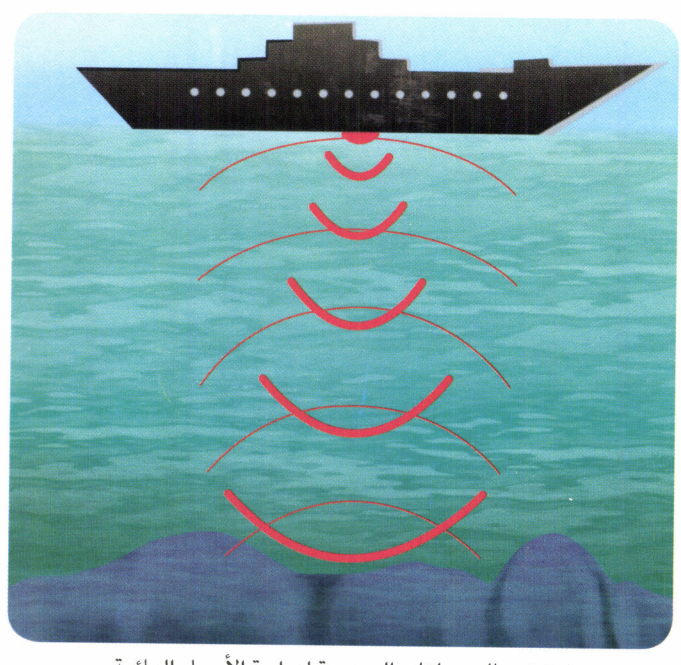
في الاستكشاف بالطريقة الزلزالية seismic exploration يتم استكشاف أعماق البحار باستخدام الأصوات ذات التردد المنخفض (أقل من 100 هرتز). وتعطى الأولوية للتردد المنخفض، مع ضعف أدائه، لأن موجات التردد العالي تضعف حين تنتقل عبر قعر البحر. ومن المصادر الصوتية الأخرى التي يتم استخدامها: المدافع الهوائية air guns، والاهتزاز الزلزالي vibroseis، والمتفجرات explosives.

رصد الطقس والمناخ

يمكن أيضاً رصد الصوت الذي تصنعه الريح والأمطار باستخدام المجسّات الصوتية كمقياس المطر الصوتي acoustic rain gauge الذي وضعه جيفري نايستون Jeffery A. Nystuen. كذلك يمكن الكشف عن احتمالات حدوث البرق. وتستخدم أصوات التردد المنخفض لقياس درجات الحرارة صوتياً لمعرفة درجات حرارة المحيطات حول العالم.

الأحياء البحرية

يملك الصوت القدرة على الانتقال السريع تحت الماء لذا فإنه يستخدم كأداة مساعدة لدراسة الحياة في البحار بدءاً من البلانكتون الدقيق وحتى الحوت الأزرق. وتوفر المصواتات الصدوية echo sounders المعلومات عن غزارة الحياة البحرية وتوزعها وسلوكها. كذلك فهي تستخدم في تحديد مواقع السمك وكمياته وأحجامه وكتلته الحيوية.


تستخدم المصواتات الصدوية لدراسة الأحياء المائية.

فيزياء الجسيمات

يحتاج النيوترينو neutrino إلى درجة عالية من أجهزة الاستكشاف بسبب خاصيته بقلة التفاعل مع المواد الأخرى. لذلك تستخدم المحيطات لدراسة النيوترينو. ويعتقد أنه يمكن الكشف عن النيوترينات ذات الطاقة العالية جداً في ماء البحر بالطرائق الصوتية.

الكهرباء

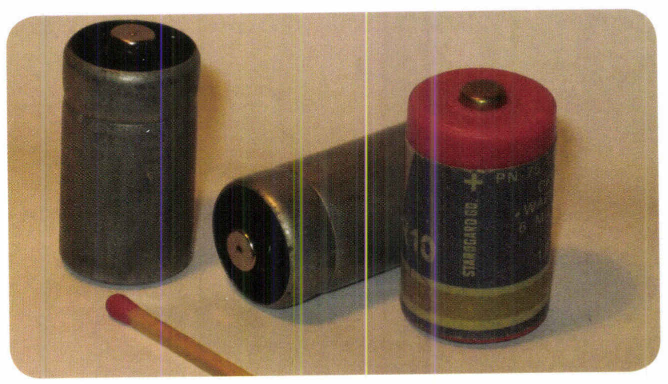
الكهرباء **electricity** طاقة تنتج عن تدفق شحنة كهربائية على ناقل. وهي أحد الأشكال الأساسية للطاقة. ويوجد نوعان من الكهرباء بحسب طبيعة الشحنة الكهربائية هما: الكهرباء الساكنة (أو الستاتيكية) **static electricity** والكهرباء الجارية **current electricity**. وحين تكون الشحنات الكهربائية مستقرة فإنها تدعى بالكهرباء الساكنة، وتعد ظاهرة البرق من أفضل الأمثلة عنها. أما إذا كانت الشحنات الكهربائية تتحرك فتدعى بالكهرباء الجارية.

الشحنة

الشحنة charge هي إحدى خواص الإلكترونات والبروتونات. وتدعى الشحنة الكهربائية للبروتون "موجبة" positive (+)، وتدعى الشحنة الكهربائية للإلكترون "سالبة" negative (–).

انتقال الشحنة

تحدد القدرة على كسب أو خسارة الإلكترونات الطبيعة الكهربائية للذرة. فالذرة التي تحوي عدداً كبيراً من الإلكترونات في قشرتها الخارجية ستكسب إلكترونات أخرى، أما الذرة ذات الإلكترونات الأقل في قشرتها الخارجية فستفقد إلكتروناتها. ويحدد هذا الكسب والخسارة للإلكترونات اتجاه تدفق التيار.



تستخدم بطاريات الخزن لإنتاج الكهرباء.

إنتاج الكهرباء

يمكن إنتاج الكهرباء بالاحتكاك friction (كما يحدث عندما نفرك البلاستيك بالصوف)، أو بفعل كيميائي chemical (كالكهرباء المختزنة في البطاريات)، أو بطريقة الحث induction (كما يحدث في الدينامو والمحركات أو المولدات الكهربائية).

يحدث البرق في السماء نتيجة لتفريغ الشحنة بين الغيوم والرض.



هل تعلم؟

صممت أول طاحونة هوائية لتوليد الكهرباء في الدانمارك سنة 1890.

وعاء ليدن

كان وعاء ليدن Leyden jar من أول الوسائل المعروفة لاختزان الطاقة الكهربائية. وصمم هذا الوعاء سنة 1745 وأطلق عليه اسم "المكثّف" condenser لأن الاعتقاد السائد في تلك الأيام هو أن الكهرباء كانت من الموائع، وأنه كان بالإمكان تكثيفها. وكان الوعاء مصنوعاً من الزجاج، ومطلياً برقائق القصدير من الداخل والخارج. وقد استخدمت تكنولوجيا وعاء ليدن لصنع المكثفات السَعوية capacitors الحديثة.





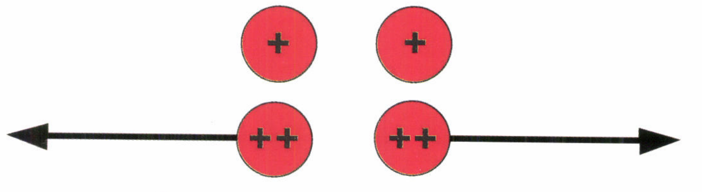
وعاء ليدن

قانون كولوم

الأشياء ذات الشحنات المتعارضة تجذب بعضها بعضاً، أما الأشياء ذات الشحنات المتشابهة فتنبذ بعضها بعضاً. وقد درس العالم الفرنسي شارل أوغستان دو كولوم Charles Augustin de Coulomb في أواخر القرن الثامن عشر قوة هذا الجذب أو النبذ، وصاغ قانوناً سماه قانون كولوم Coulomb's law. وينص قانون كولوم على أن القوى الموجودة بين شيئين تعتمد على كمية الشحنات الموجودة فيهما، وكلما كانت هذه الشحنات أكبر كانت هذه القوة أكبر. وكذلك تعتمد القوة بين الشيئين على المسافة بينهما، فكلما زادت المسافة ضعفت تلك القوة.

الكهرباء الساكنة

الكهرباء الساكنة أو الستاتيكية static electricity هي الكهرباء التي تبقى في حالة خمود على سطح المواد المختلفة، ويمكن إنتاجها بحك مادتين معاً. وينتج عن ذلك انجذاب الجسمين إلى بعضهما وإطلاق أحدهما شرارة تقفز نحو الآخر. وسبب ذلك هو أن إلكترونات أحد الجسمين تقفز نحو سطح الآخر. ويصبح الجسم الذي يستقبل الإلكترونات سلبي الشحنة. أما الجسم الذي يفقد الإلكترونات فيصبح إيجابي الشحنة.



مضاعفة المسافة تنقص القوة بمعدل 2

\+ \+

++ ++

مضاعفة الشحنة تزيد القوة بمعدل 4

قانون كولوم

الشحن بالتحريض الكهربائي

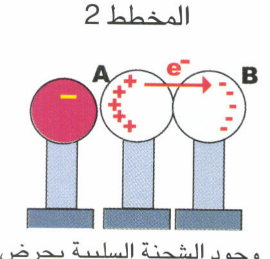
يمكن أحياناً لجسم مشحون كهربائياً أن يطلق شحنة كهربائية إلى جسم محايد من دون أي تماس بينهما. وتسمى هذه العملية بالتحريض أو الحث induction. فمثلاً إذا وضعنا جسماً محايداً بالقرب من جسم ذي شحنة إيجابية فإن إلكترونات الجسم المحايد ستنجذب إلى الجسم المشحون إيجابياً، وتندفع نحو الجانب الأقرب إلى ذلك الجسم . وينتج عن ذلك أن يصبح هذا الجانب من الجسم ذا شحنة سلبية، ويصبح الجانب الآخر مشحوناً إيجابياً. ولكن الشحنة التي يحدثها التحريض ليست دائمة.

المخطط 1

A B

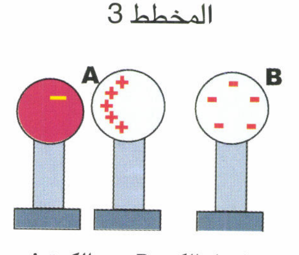
تركب كرتان معدنيتان على مناصب عازلة.

المخطط 2



وجود الشحنة السلبية يحرض الإلكترون على الانتقال من الكرة A إلى الكرة B، وتصبح كلا الكرتين مستقطبتين.

المخطط 3



تنفصل الكرة B عن الكرة A باستخدام المنصب العازل، ويصبح للكرتين شحنات متعاكسة.

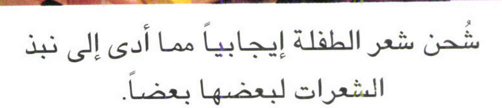
المخطط 4

A B

توزع الشحنة الزائدة نفسها بانتظام على سطح الكرة.

الكهروسكونيات

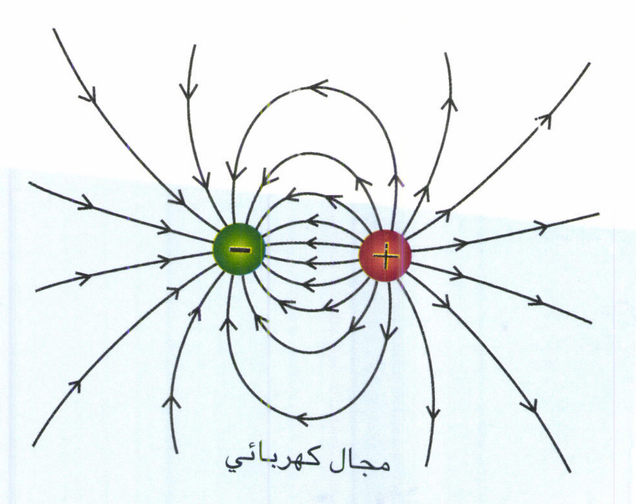
الكهروسكونيات **electrostatics** هي فرع من الفيزياء، يدرس الظواهر التي تنشأ من وجود شحنات كهربائية ساكنة أو ذات حركة بطيئة جداً. وحين يصبح جسم ما في تماس مع جسم آخر يكسب شحنات تبدأ بالتكون على سطحه. وكلما مس الجسمان بعضهما أو انفصلا عن بعضهما فإنه يحدث تبادل للشحنات، ويمكن ملاحظة آثار تبادل هذه الشحنات حين يكون لأحد السطحين على الأقل مقاومة عالية للدفق الكهربائي. ويحدث ذلك لأن الشحنات التي تنتقل من أو على السطح العالي المقاومة تنحصر هناك لفترة طويلة بحيث تصعب ملاحظة آثارها.


شُحن شعر الطفلة إيجابياً مما أدى إلى نبذ الشعرات لبعضها بعضاً.

استعمالات الكهروسكونيات

الكهروسكونيات هي من أكثر القوى الشائعة التي تطلقها شحنات يمكن الشعور بها ورؤيتها في حياتنا اليومية. وفيما يلي بعض مظاهرها:

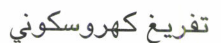
- الآلات الناسخة photocopiers والطابعات الليزرية laser printers.
- يستخدم مزيل الرجفان defibrillator لإعادة تدفئة القلب بتزويده بفولطية عالية بواسطة محراكين paddles مشحونين ومنفصلين.
- يستخدم مرسِّب الأتربة dust precipitator الكهروسكوني للتخلص من جسيمات الدخان التي تتشكل بعد احتراق الوقود.
- تُطلى السيارات باستخدام القوى الكهروسكونية. وتقوم مسدسات الرش spray guns المشحونة إيجابياً بجعل جزيئات الدهان تنبذ بعضها بعضاً مما يساعد على تمددها، ولكنها تنجذب إلى جسم السيارة السلبي الشحنة.
- تستخدم مرشحات الأفران furnace filters الكهروسكونية لإزالة جسيمات الغبار من الهواء باستخدامها القوة الكهروسكونية.



المجال الكهربائي

يعرف المجال الكهربائي (أو الحقل الكهربائي) electric field لنقطة ما بأنه عدد نيوتن لوحدة الشحنة مضروباً في عدد كولوم لشحنة ما عند تلك النقطة.





تفريغ كهروسكوني



التفريغ الكهروسكوني

يدعى تدفق تيار كهربائي مفاجئ أو مؤقت بين جسمين ذوي مجالين كهربائيين مختلفين نتيجة لتحريض أو تماس مباشر بالتفريغ الكهروسكوني electrostatic discharge، حيث إن الكهرباء الساكنة هي أحد أسباب التفريغ الكهروسكوني. وتستخدم هذه العبارة عادةً في صناعة الإلكترونيات وسواها لوصف التيارات المؤقتة غير المطلوبة والتي يمكن أن تسبب ضرراً في المعدات الإلكترونية. وكذلك يمكن للتحريض الكهروسكوني أن يتسبب في حدوث التلف الناتج عن التفريغ الكهروسكوني.

الجهد الكهروسكوني

الجهد الكهروسكوني electrostatic potential هو درجة تحدد كمية سلّمية يمكن التعبير من خلالها عن المجال الكهربائي. والصيغة الرياضية هي:

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}\phi$$

لذا يمكن تعريف الجهد الكهروسكوني في نقطة بأنه: كمية العمل بوحدة الشحنة، والمطلوب لنقل شحنة من اللا نهاية إلى نقطة معينة.

قانون غاوص

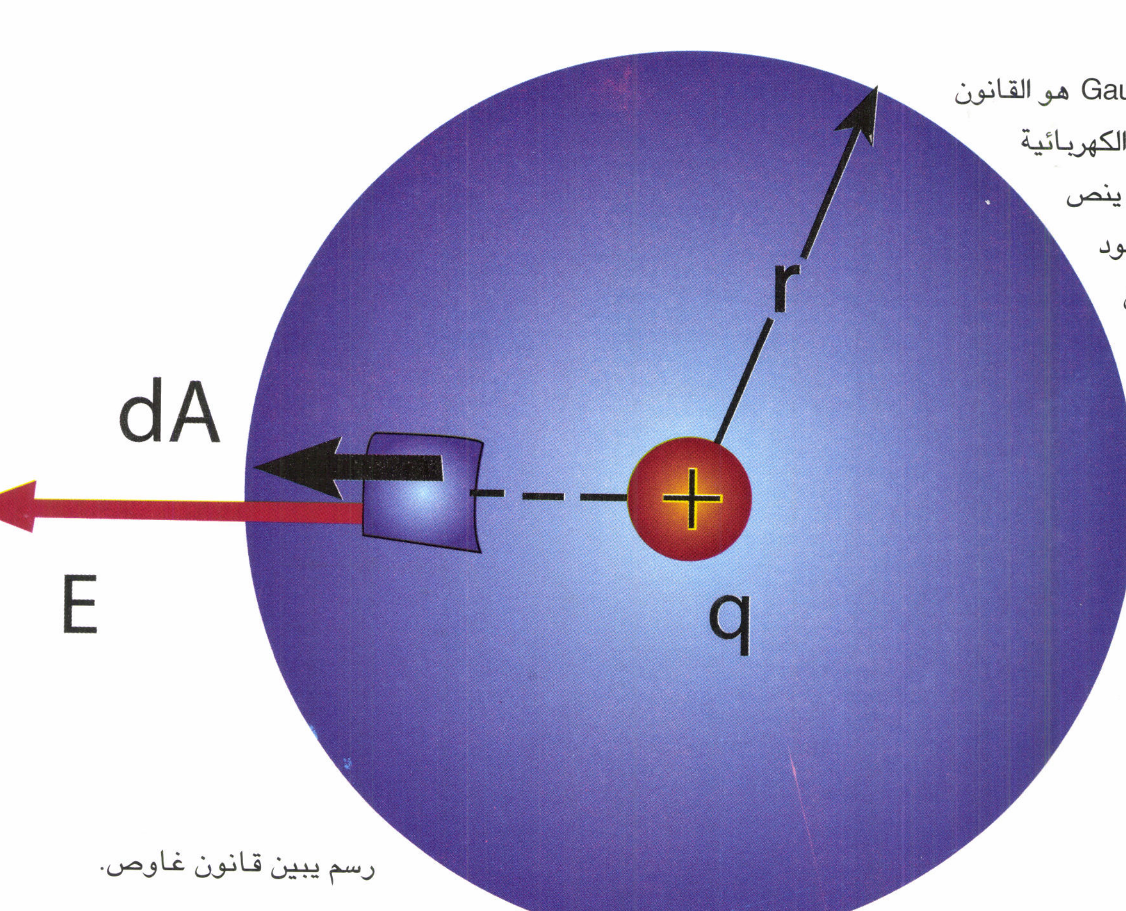
قانون غاوص Gauss' law هو القانون المتعلق بتوزع الشحنات الكهربائية في المجالات الكهربائية. ينص هذا القانون على وجود علاقة مضطردة بين السطح المغلق وإجمالي الشحنات الكهربائية المحصورة على السطح. ويمكن تمثيل ذلك رياضياً كالآتي:

$$\int E.\, dA = \frac{Q}{3_0}$$

dA: سطح غصري

Q: شحنة

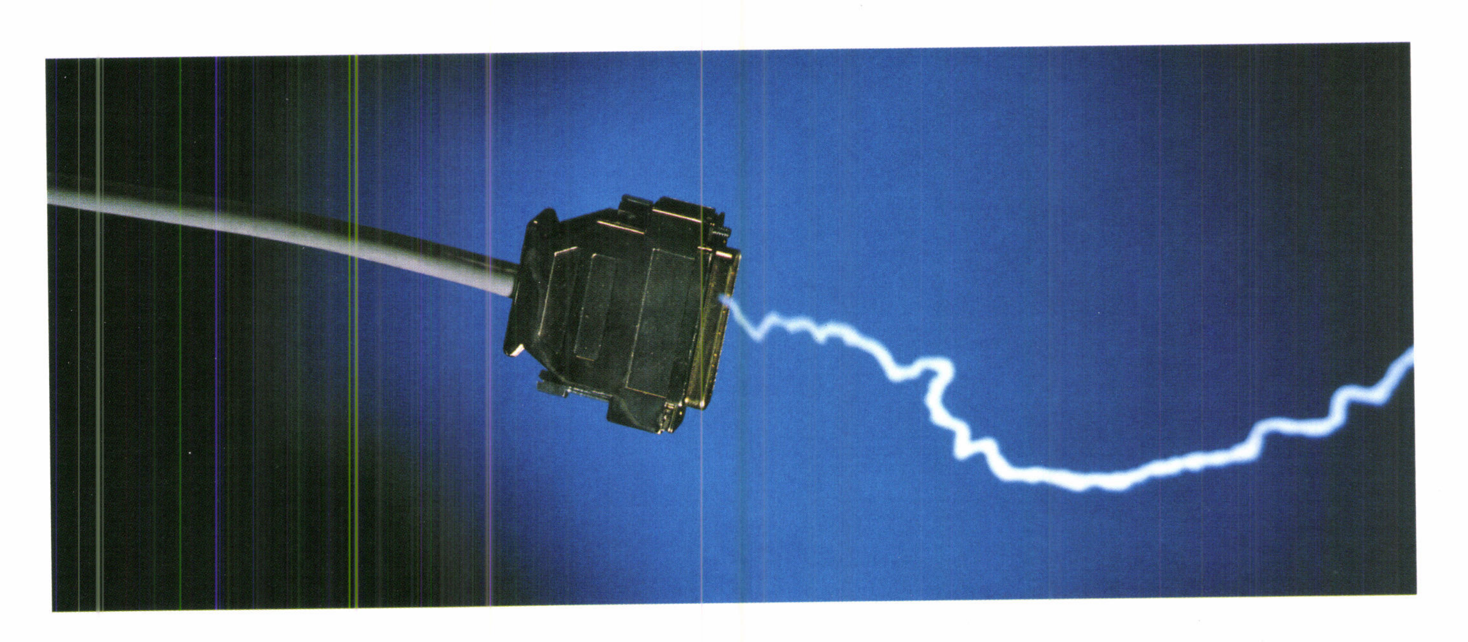
E: شدة الحقل



رسم يبين قانون غاوص.

التيار الكهربائي

التيار الكهربائي **electric current** هو تدفق الإلكترونات. إلا أن هذا التدفق ليس عبثياً، بل اتجاهياً. ويحدث تدفق الإلكترونات دائماً من الشحنة السلبية إلى الشحنة الإيجابية. لذا يمكن القول أن التيار الكهربائي ينتقل من القطب السالب إلى القطب الموجب.



حجم تدفق التيار

الكهرباء الجارية current electricity هي تدفق الإلكترونات الحرة. وتتناسب كمية التيار الذي يتدفق على سلك كهربائي مع كمية الطاقة الموجودة في السلك. وإن زادت طاقة الإلكترونات الحرة أو عددها فسيزيد تدفق التيار في السلك.

قياس الكهرباء

تقاس الكهرباء بوحدات الفولط volt والأمبير ampere والواط watt.

والفولط هو قياس الجهد الذي تتدفق الكهرباء تحته.

والأمبير يقيس كمية التيار الكهربائي الذي يمر عبر سلك أو وسيلة ما.

والواط هو كمية العمل الذي تقوم به كمية معينة من التيار ضمن جهد أو فولطية معينة. وتقاس كمية الكهرباء التي تستخدمها أية وسيلة كهربائية بوحدة كيلواط/ساعة kilowatt-hour.



محطة كهرومائية

التكافؤ

تكافؤ valence ذرة هو قدرتها على كسب أو خسارة إلكترون أو أكثر. وتحدد القدرة على كسب أو خسارة الإلكترونات بدورها الطبيعة الكهربائية للذرة. ويعتمد التكافؤ على عدد الإلكترونات في القشرة الخارجية للذرة. فالذرة ذات العدد الكبير نسبياً من الإلكترونات في قشرتها الخارجية ستكسب إلكترونات جديدة. أما إذا كان للذرة عدداً أقل من الإلكترونات في قشرتها الخارجية فإنها ستخسر هذه الإلكترونات.

+ 1 e | + 2 e | + 3 e | + 4 e

+ 5 e | + 6 e | + 7 e | + 8 e

قشرة التكافؤ هي القشرة التي تحوي على الإلكترونات الخارجية في الذرة.

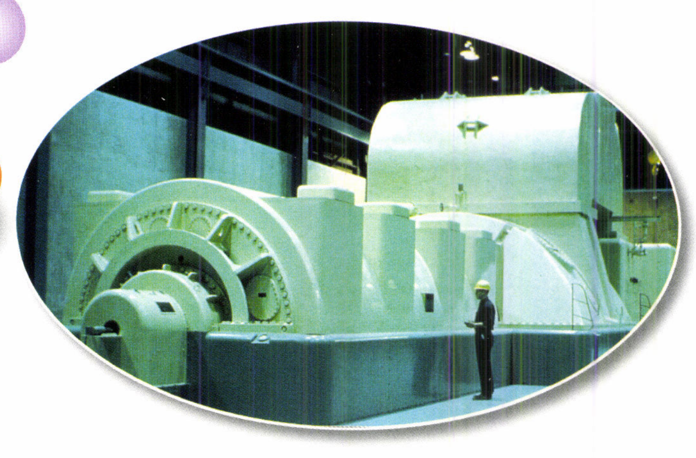
الكولوم والجول

الكولوم coulomb هي شحنة يحملها عدد من الإلكترونات قدره $6.25x10^{18}$.

والجول joule هو مقياس للطاقة، وهو كمية الطاقة المستهلكة حين تعمل قوة واط واحد لثانية واحدة. ويعرف ذلك أيضاً بالواط/ثانية watt/second.

هل تعلم؟

اكتشف أليساندرو فولتا Alessandro Volta قبل مئتي عام أنه حين نضع شريطين من معدنين مختلفين في محلول حمض الكبريت، ونصلهما بسلك؛ فإن الكهرباء تبدأ بالتدفق. وقد كان ذلك أول تصميم للبطارية الكهربائية electric battery.



مولد عنفة بخارية حديث.

الأمبير

الأمبير ampere هو كمية التيار الكهربائي التي تتدفق على ناقل في ثانية واحدة. وهو وحدة قياس التيار الكهربائي.



بحسب قانون أمبير يولد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسياً.

مصادر الكهرباء الجارية

توجد عدة مصادر للكهرباء كالمولدات generators والخلايا cells والخلايا الوقودية fuel cells. وتحول المولدات الطاقة الميكانيكية إلى كهرباء، وتحول الخلايا الطاقة الميكانيكية إلى كهرباء. وتتألف الخلية الكهربائية من خلية أو مجموعة من الخلايا المتصلة ببعضها بعضاً. وتستخدم الخلايا الوقودية التفاعلات الكيميائية لإنتاج الكهرباء. وهناك مصادر تحول الطاقة الحرارية إلى كهرباء.

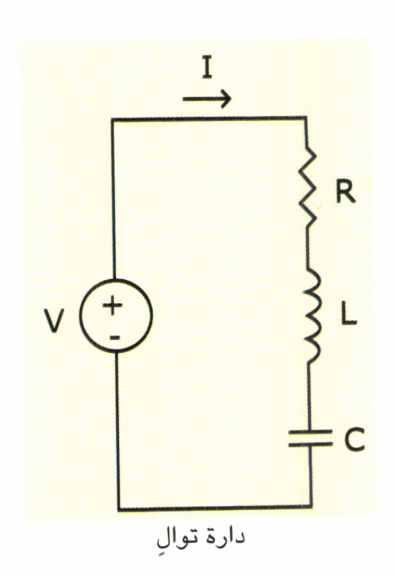
خبير يعمل على إحدى الدارات الكهربائية.

الدارات الكهربائية

الدارة الكهربائية electric circuit هي نظام يحوي على مصدر تيار كهربائي، وأسلاك ناقلة يعبر عليها التيار بشكل مستمر، ووسيلة لاستخدام الطاقة الكهربائية. وتنتظم أقسام الدارة بطريقتين رئيستين. تدعى إحدى الطريقتين: بدارة التوالي، وتدعى الطريقة الأخرى: بالدارة الموازية. وتدعى الوسيلة التي تستخدم الطاقة الكهربائية الحمل.

أ - دارة التوالي

تسمح دارات التوالي (أو التسلسل series circuits) للتيار بالتدفق في مسار واحد مستمر. ويتصل المصدر الحمل والنواقل ببعضهم من خلال نهاياتهم حيث لا يوجد أمام التيار سوى مسار واحد يمر به عبر الدارة، فإذا ما انقطع أحد أقسام هذه الدارة يتوقف التيار عن التدفق في الدارة كلها. ويستقبل كل الحمل في دارات التوالي قسماً من إجمالي الفولطية التي يوفرها المصدر. فإذا كان لدينا مصباحان موصولان على التوالي يصل إلى كل مصباح نصف القدرة الموجودة في الدارة.



دارة توالٍ

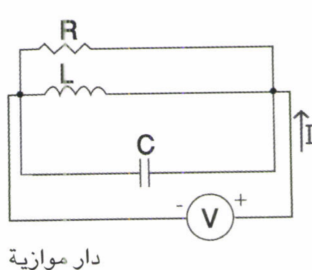
ب - دارة التوالي الموازية

تعمل الكثير من الدارات على التوالي والموازاة series-parallel circuits في الوقت نفسه. فيمكن مثلاً أن يحوي أحد فروع الدارة الموازية عدة أحمال متصلة به في الوقت نفسه . أو يمكن لدارة توالي عند إحدى نقاطها أن تنقسم إلى فرعين متوازيين أو أكثر، ثم تعود هذه الفروع إلى الاتحاد من جديد. في هذه الحال يجب التعامل مع الفروع الموازية بالمبادئ نفسها للدارات الموازية.

الدارات الموازية

تسمح التيارات الموازية (المتفرعة) parallel circuits لتيار متزامن أن يتدفق عبر أكثر من مسار. وتوصل نقطتا حمل أو أكثر عند إحدى النقاط بمصدر فولطية واحد.

وتمتاز الدارة الموازية بأنه لو حدث انقطاع للتيار عند إحدى نقاطها فإن التيار لن يتوقف عن التدفق عبر الدارة الإجمالية.



دار موازية

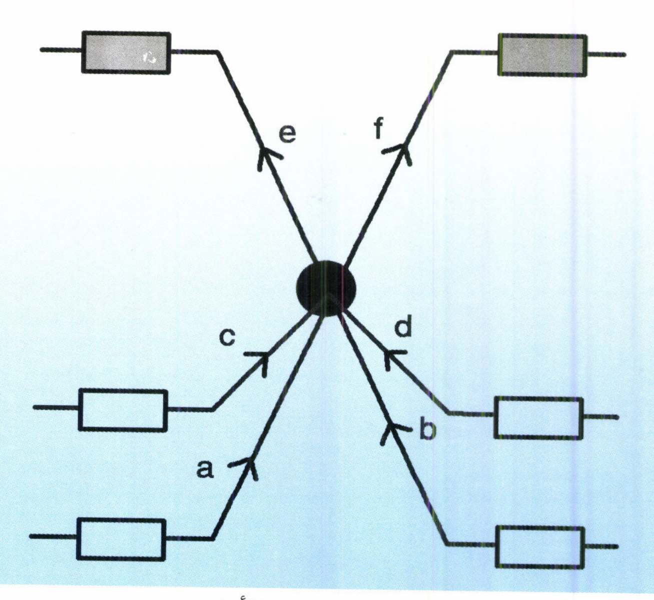
قانونا كيرشوف

يمكن تحليل دارات التوالي الموازية المعقدة بواسطة قاعدتين تسميان قوانين كيرشوف Kirschhoff's laws. وتساعدنا هاتان القاعدتان على إيجاد كمية التيار الكهربائي المتدفق عبر كل قسم من أقسام الدارة والفولطية التي تمر عبرها.

ينص قانون كيرشوف الأول أنه عند أي نقطة اتصال يتدفق عبرها تيار مستمر فإن كمية التيار الواصلة إلى نقطة الاتصال تساوي كمية التيار الخارجة من نقطة الاتصال.

وينص القانون الثاني على أنه عند أي نقطة اتصال في دارة، وبتتبع أي مسار مغلق عائدين إلى تلك النقطة؛ فإن المحصلة الصافية للفولطية التي نلاقيها تساوي المحصلة الصافية لقيمة المقاومة التي نجدها والتيارات التي تمر عبرها.

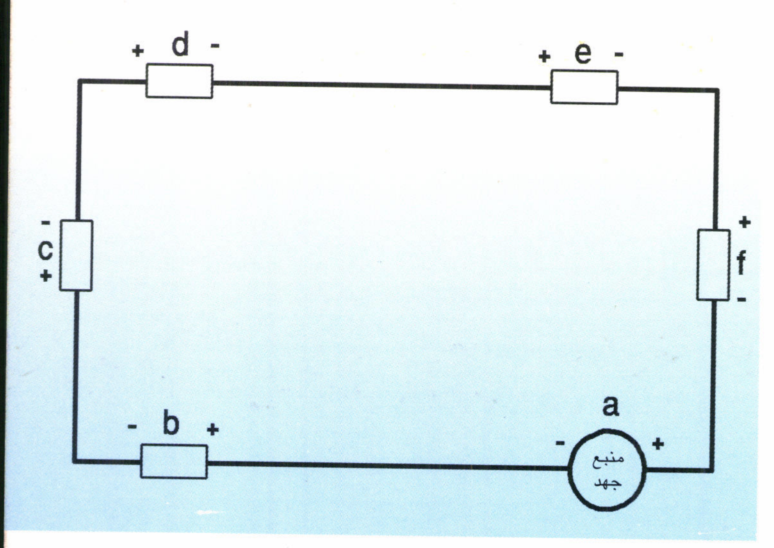
ونستنتج أن قانون كيرشوف لا ينطبق فقط على الدارة ككل، بل أيضاً على أيٍ من أقسامها.



قانون كيرشوف الأول.

a + b + c + d = e + f





قانون كيرشوف الثاني.

a + b + c + d + e + f = o

الفولطية

الفولطية voltage هي الفرق في الطاقة الكهربائية بين نقطتين. وتُعرَّف أيضاً بأنها القدرة التي تدفع الشحنات الكهربائية عبر السلك.

الفولطية الكهربائية

الفولطية الكهربائية electrical voltage هي الضغط المتراكم عند إحدى نقاط السلك. وينتج ذلك بسبب الزيادة في الإلكترونات المشحونة سلبياً. ويؤدي هذا الضغط إلى انتقال الإلكترونات نحو مناطق السلك ذات الشحنة الإيجابية. والفولط هو وحدة قياس الفولطية الكهربائية.

فولطمتر



الفولط

يعرف الفولط volt بأنه الفرق الكهروسكوني بين نقطتين حين يستخدم جول واحد من الطاقة لنقل كولوم واحد من الشحنة من نقطة إلى أخرى.

الفولطمتر

الفولطمتر voltmeter هو وسيلة تستخدم لقياس الفروق الجهد بين مختلف نقاط الدارة الكهربائية.

النواقل

النواقل conductors هي مواد تسمح للتيار الكهربائي بالتدفق عبرها بسهولة. فالنحاس مثلاً يعد من النواقل الجيدة لأنه يسمح للتيار الكهربائي بالمرور عبره بسهولة. ومن المعادن الأخرى ذات الناقلية الجيدة للتيار الكهربائي: الفضة والذهب والألومنيوم. ولكن النحاس يعد من أكثر النواقل استخداماً بسبب سهولة نقله للكهرباء ورخص ثمنه مقارنةً بالذهب والفضة.

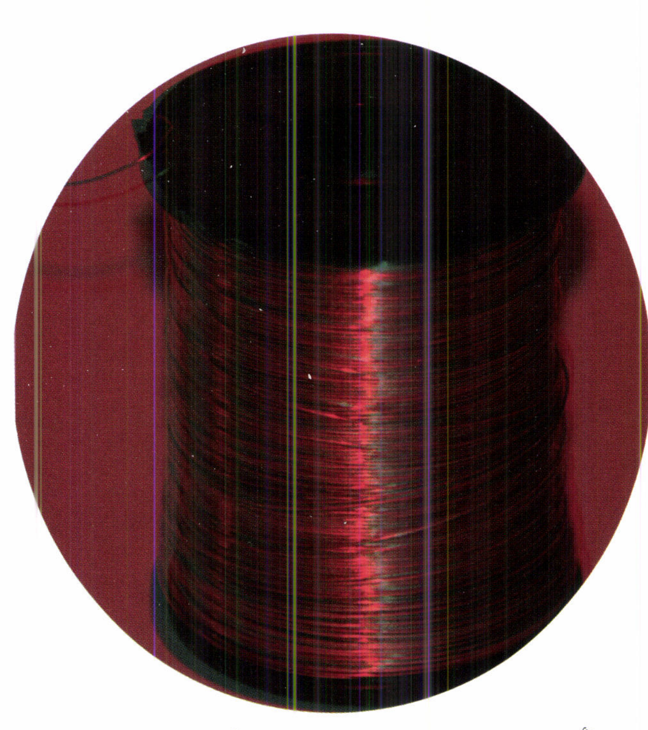


أنواع النواقل

للنواقل نوعان كما في الأسلاك الكهربائية: الموصلات ذات السلك الواحد solid conductors، والموصلات المجدولة أو المضفورة stranded conductors. الموصلات ذات السلك الواحد، كما يدل اسمها، تصنع من سلك وحيد متين. أما الموصلات المجدولة فتصنع من عدة أسلاك رفيعة يجدل (أو يضفر) كل منها حول الآخر.

الموصلية الفائقة

تعني الموصلية الفائقة superconductivity غياب أي مقاومة ضد تدفق الكهرباء. ولكن هذه الخاصية لا يمتاز بها إلا عدد قليل من المواد في درجات الحرارة المنخفضة. وقد اكتشف حديثاً أن الموصلية الفائقة ليست حكراً على المعادن والسبائك، بل إن بعض المواد الخزفية تبدي أيضاً موصلية فائقة.



الأسلاك النحاسية المقصدرة هي أحد أنواع النواقل.

المقاومة

المقاومة resistance هي إمكانية جميع النواقل الكهربائية على مقاومة تدفق التيار الكهربائي وتحويل بعض طاقته إلى حرارة. تعتمد المقاومة على المقطع العرضي للناقل (كلما كان المقطع العرضي صغيراً زادت المقاومة) ودرجة حرارة الناقل (كلما زادت درجة حرارته زادت المقاومة).

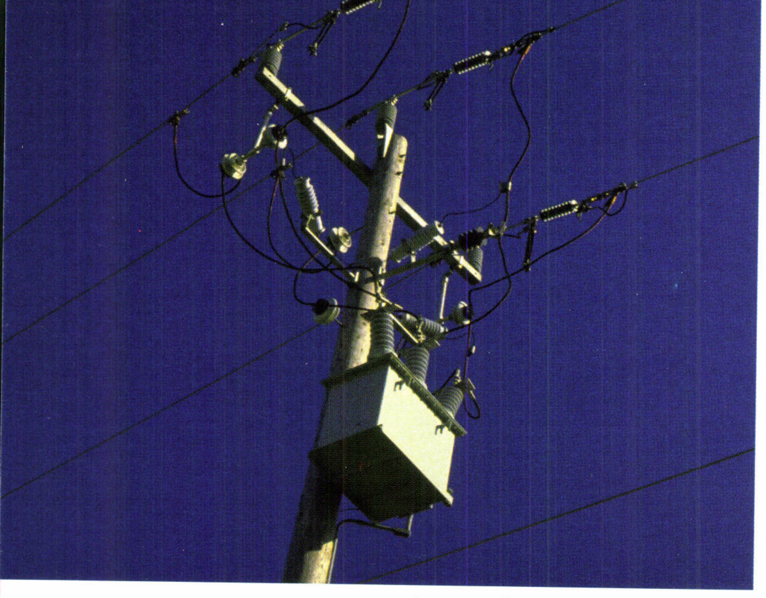


أشباه النواقل

أشباه النواقل semiconductors هي مواد متوسطة بين النواقل والعوازل. ولا يمكن إلا لكمية محددة من الكهرباء أن تمر عبر أشباه النواقل، كما يمكن التحكم في الدفق الكهربائي فيها. ونتيجة لذلك تلعب أشباه النواقل دوراً مهماً في صناعة الإلكترونيات. وقد أدى التطور في تصميم أشباه النواقل إلى جعل الوسائل الإلكترونية أصغر وأسرع وأكثر نفعاً. ومن الأمثلة على أشباه النواقل: السيليكون، والجرمانيوم.


السيليكون هو أحد أشباه النواقل.




تستخدم أسلاك الألومنيوم في نقل الكهرباء.

أسلاك الألومنيوم

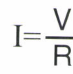
تستخدم أسلاك الألومنيوم aluminum wires في نقل وتوزيع الكهرباء. وتحوي أعمدة الكهرباء العالية أسلاكاً من الألومنيوم غير معزولة تساعد على نقل الكهرباء. وتفضل أسلاك الألومنيوم على أسلاك النحاس لسببين؛ فهي أكثر مرونة، وأرخص ثمناً.

الأوم

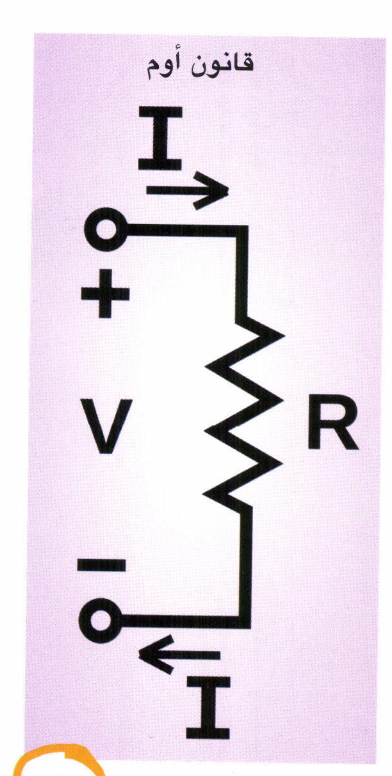
يُعرّف الأوم ohm بأنه كمية المقاومة الكهربائية الموجودة في دارة كهربائية، حين يمر في الدارة أمبير واحد من التيار، بجهد فولط واحد. ويمثل الأوم بالحرف اليوناني أوميغا (Ω).

قانون أوم

يتعلق قانون أوم Ohm's law بالعلاقة بين الفولطية والتيار والمقاومة في الكهرباء. وصاغ القانون جورج أوم Georg Ohm سنة 1827. وينص القانون على أن زيادة الفولطية تؤدي إلى زيادة التيار، بينما تؤدي زيادة المقاومة إلى نقص التيار ونعبر عنه بالعلاقة:

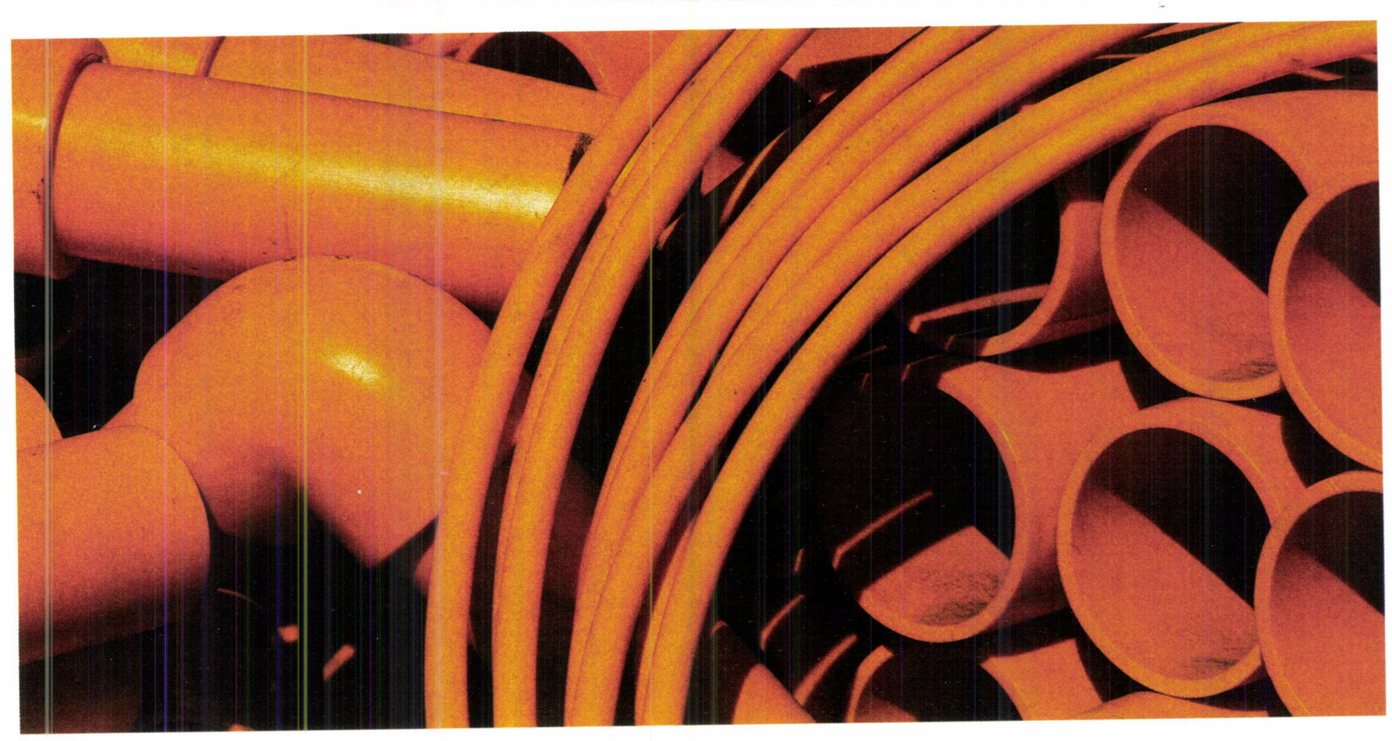


$$I=\frac{V}{R}$$

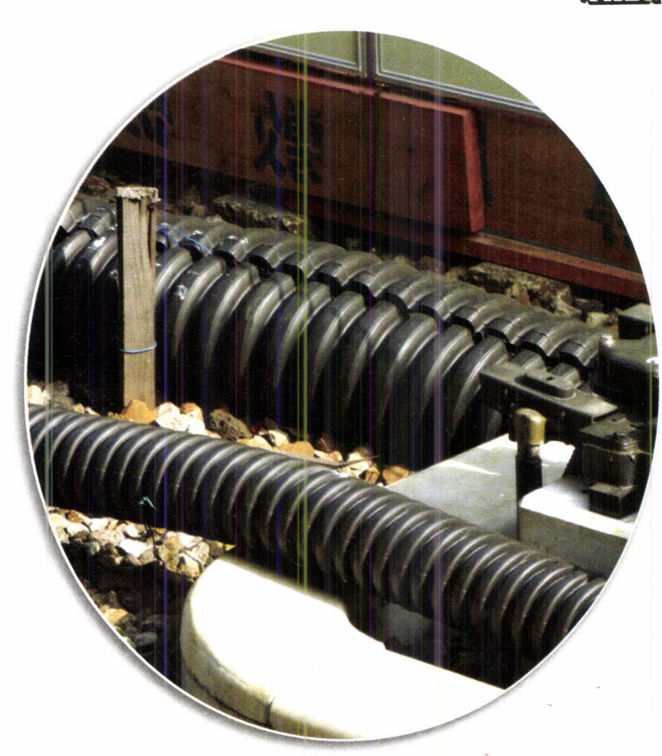


العوازل

العوازل **insulators** هي مواد لا تسمح للتيار الكهربائي بالمرور عبرها بسهولة، وهي مهمة لأنها تزودنا بالوقاية اللازمة من أخطار التيار الكهربائي. ومن المواد العازلة المعروفة: الزجاج واللدائن والمطاط والخشب والهواء.



عوازل لدائنية مختلفة



تستخدم اللدائن كأغطية عازلة.

استخدام العوازل

تستخدم العوازل لوقايتنا من الآثار الخطيرة للكهرباء، إذ يمكن لتيار كهربائي يعمل بفولطية عالية أن يكون خطيراً ومميتاً. وجسم الإنسان ناقل جيد للكهرباء، وإذا تدفق التيار في الجسم فإنه يسبب تلفاً في أعضاء الجسم، لذا كان من الضروري أن نقي أنفسنا من الكهرباء باستخدام العوازل.

التغطية العازلة

تصنع معظم الأغطية العازلة insulation coverings للأسلاك الكهربائية من اللدائن أو اللدائن الحرارية، وهي عوازل جيدة الفعالية وتدوم لفترة طويلة. في المراحل الأولى لتطور الكهرباء استخدم النسيج كعازل. وكان المطاط عازلاً جيداً إلا أنه لم يعد يستخدم بسبب تقصّفه وتلفه مع الزمن.



عوازل التعليق

عوازل التعليق

عوازل التعليق suspension insulators هي عوازل تشبك في كبل وتعلق على أبراج كهربائية كبيرة. وهي تصنع عادةً من الخزف (البورسلان). وتستخدم عوازل التعليق للتيارات الكهربائية العالية الفولطية، وحيث لا يمكن استخدام عوازل أخرى.

أنواع العوازل

تصنع العوازل من مختلف المواد كالخزف porcelain واللدائن plastics والمطاط rubbber. وتعد العوازل الخزفية من أفضل العوازل، ولكنها باهظة الثمن لذا كان استعمالها قليلاً. وتصنَّع العوازل اللدائنية من مادتي البولي بروبيلين polypropylene أو البولي إثيلين polyethylene، وهي ليست بجودة العوازل الخزفية نفسها، ولكنها أقل تكلفةً، لذا كانت أكثر استخداماً. ولم يعد المطاط يستخدم كعازل للأسلاك الكهربائية، ولكن مازال بعض الكهربائيين يستخدمونه حين يعملون على أسلاك ينتقل عبرها تيار ذو جهدٍ عالٍ.

هل تعلم؟

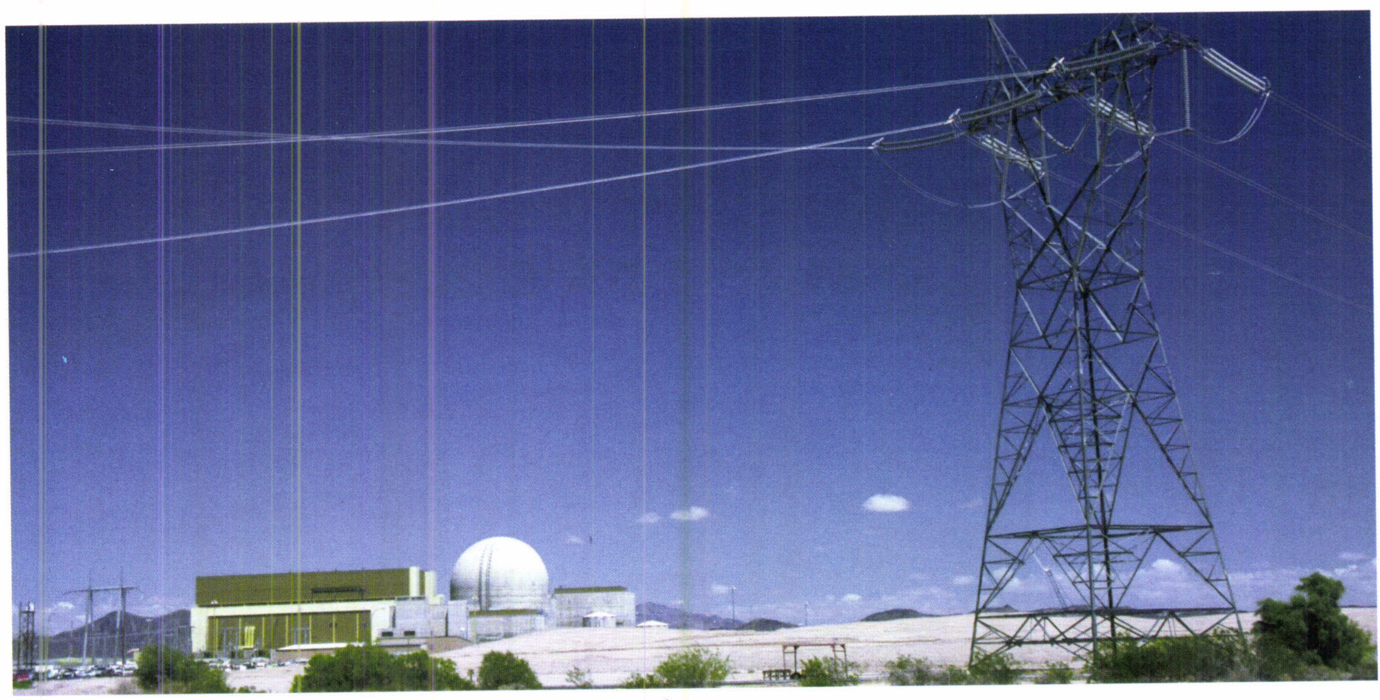
تساعدنا العوازل على جعل منازلنا أكثر راحةً لأنها تحافظ على درجة حرارة منتظمة في جميع أرجاء المنزل.

الخشب عازل جيد للحرارة والكهرباء.

التيار المستمر والتيار المتناوب

التيار المستمر direct current (DC) هو تيار كهربائي يتدفق باستمرار في اتجاه واحد. وهو يختلف عن التيار المتناوب alternating current (AC) الذي يعبر جيئةً وذهاباً على الناقل. ونحصل عادةً على تيار كهربائي مستمر من البطارية ومولدات التيار المستمر.

ومن مميزات التيار الكهربائي المستمر في الدارة: الفولطية والتيار والمقاومة. مع استخدام التيار المستمر لتشغيل بعض الأجهزة، إلا أنه لا يستخدم في كهرباء المنازل.



تيار متناوب ينقل على أسلاك عالية الشدة.

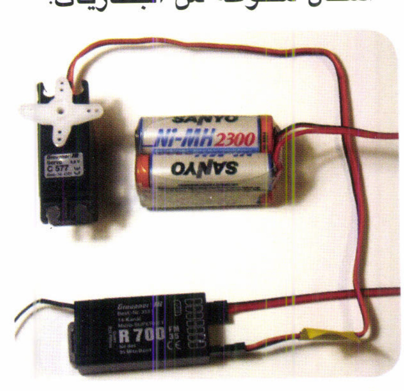
التيار المتناوب

التيار المتناوب alternating current هو تيار كهربائي يغيِّر من اتجاهه في فترات منتظمة. يمر التيار أولاً في اتجاه واحد، ثم يتراكم إلى حده الأعلى ثم ينهار إلى الصفر. بعد ذلك يعود للتدفق في الاتجاه المعاكس. كذلك يتراكم هنا أيضاً إلى الذروة، ثم يعود لينهار إلى الصفر، ليبدأ من جديد في الاتجاه المعاكس. يدعى هذان الجَيَشانان surges في الاتجاهين بالدورة. ويدعى عدد الدورات التي ينفذها التيار الكهربائي في الثانية الواحدة بتردد التيار.

مصادر التيار المستمر

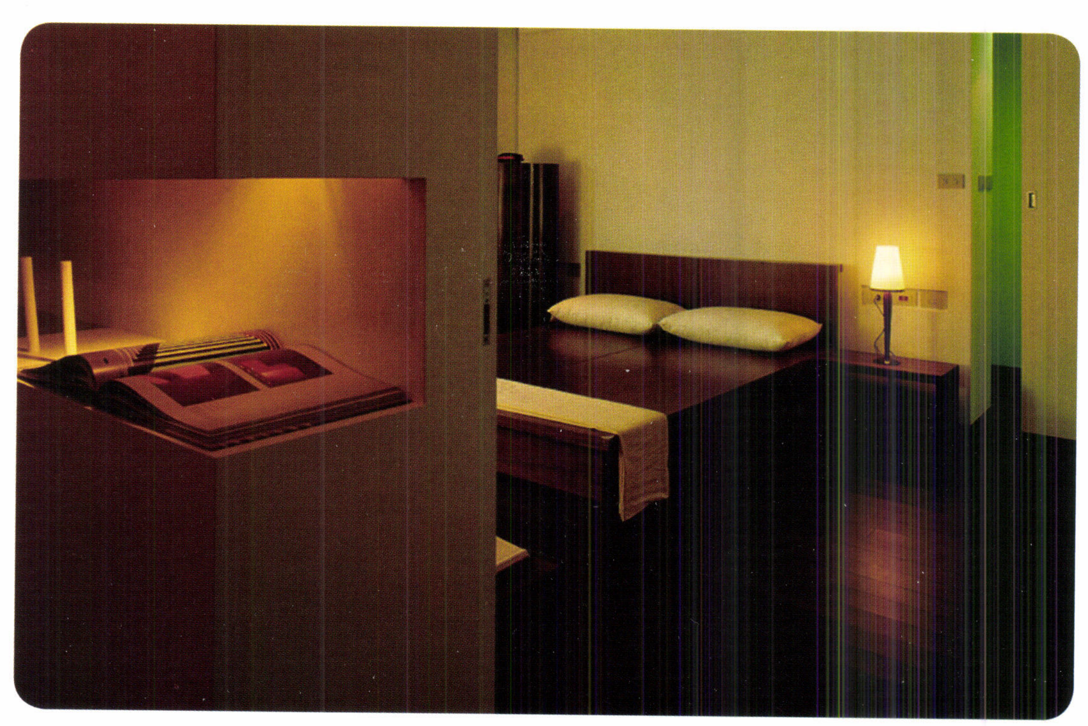
تعد البطاريات batteries مصدراً جيداً للتيار المستمر. وكمية التيار الذي تنتجه البطارية أكبر بكثير من الكهرباء السكونية. وتستخدم البطاريات الطاقة الكيميائية لصنع الجهد الكهربائي. وتتألف البطارية عادةً من لفافات سلكية تدور حول مغناطيسين شمالي وجنوبي.

أشكال متنوعة من البطاريات.



استخدام التيار المتناوب في المنازل

في الأيام الأولى لانتشار الكهرباء كان الناس يستخدمون التيار المستمر في المنازل، ولكن العلماء والمهندسين وجدوا أنه للتيار المتناوب فضائل أكبر من التيار المستمر، فتحول استهلاك الكهرباء إلى التيار المتناوب نتيجة لذلك.



تستخدم الوسائل الحديثة التيار المتناوب الذي يسهِّل من تدفق الكهرباء.

الخلية الفولطية الضوئية

تُصنَع الخلية الفولطية الضوئية photovoltaic cell (أو الخلية الشمسية solar cell) من السيليكون، وهي قادرة على تحويل ضوء الشمس مباشرةً إلى كهرباء ذات تيار متناوب. ويمكن لكل خلية أن تنتج كمية صغيرة من الكهرباء، ولكن حين نصل الخلايا ببعضها، ونضعها على لوحات أكبر؛ فإننا نحصل على كمية كبيرة من التيار الكهربائي. ويمكن استخدام هذا التيار بشكل مباشر في الوسائل الكهربائية المختلفة، أو في تخزينه ضمن بطاريات أو بتحويله إلى تيار متناوب.



فوائد التيار المتناوب

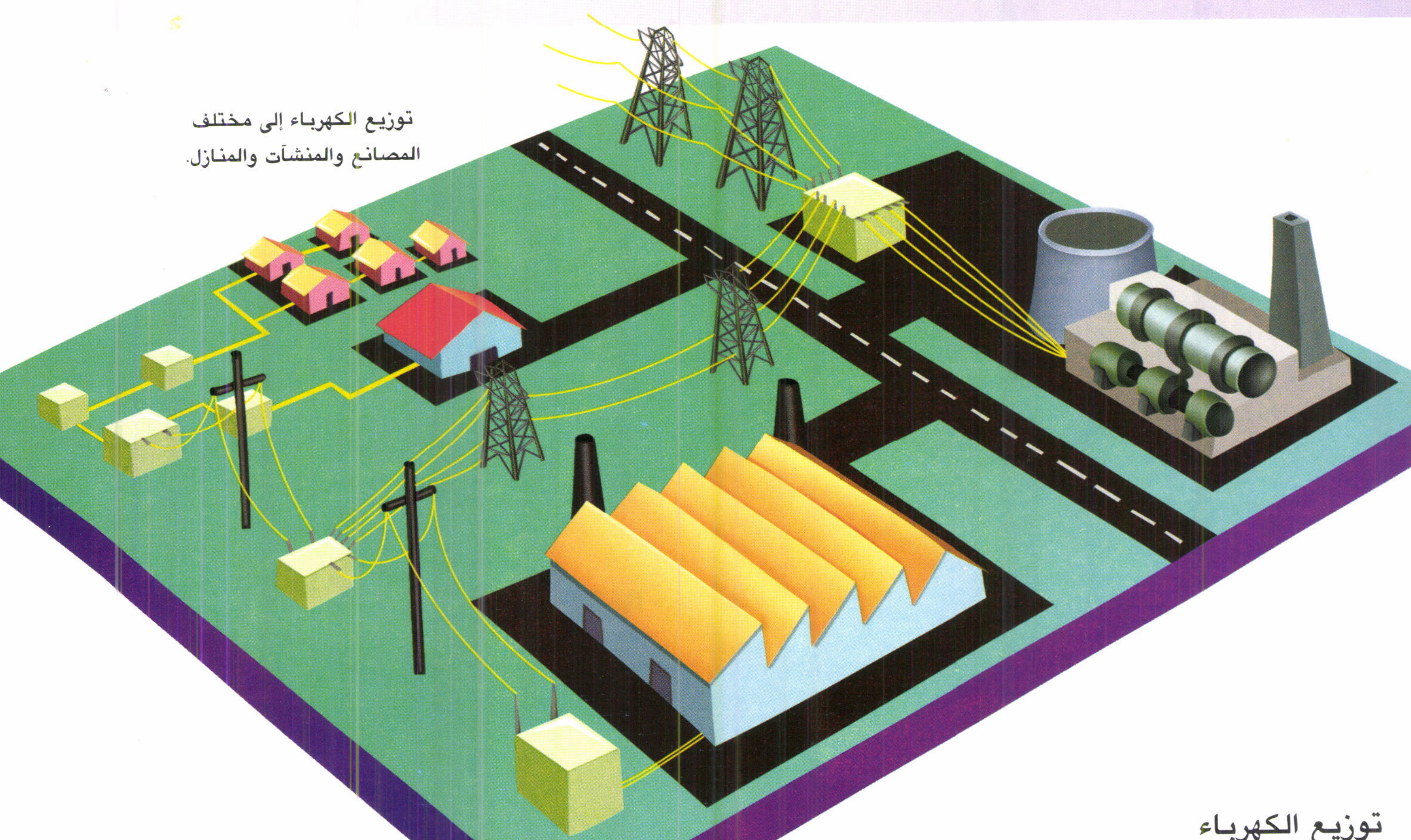
يمتاز التيار المتناوب عن التيار المستمر بمزايا عديدة، ويستخدم بوجه عام كمصدر للقدرة الكهربائية في المنشآت الصناعية وفي المنازل. وأهم ميزات التيار المتناوب: هو أنه يمكِّن تحويل الفولطية أو التيار إلى أي قيمة مطلوبة بواسطة جهاز كهرطيسي بسيط يدعى المحوِّل transformer. وتعمل على هذا المبدأ عدة وسائل لتوليد الكهرباء منتجة شكلاً متذبذباً من التيار هو التيار المتناوب.



خلية فولطية ضوئية

توليد وتوزيع الكهرباء

يتم توليد **generation** الكهرباء في محطات القدرة. وتستخدم هذه المحطات عنفة أو محركاً أو عجلة مائية أو أي آلة مشابهة لتشغيل المولد الكهربائي **generator** لتحول الطاقة الميكانيكية أو الكيميائية إلى كهرباء. ويحرق الفحم والبترول والغاز الطبيعي في أفران عالية لتسخين الماء وتوليد البخار، هذا البخار بدوره يدير العنفات التي تولد الكهرباء.



توزيع الكهرباء إلى مختلف المصانع والمنشآت والمنازل.

توزيع الكهرباء

تنقل الكهرباء وتوزع عبر شبكات توزيع grids. ويجب عادةً تخفيض الفولطية العليا للكهرباء قبل توزيعها إلى المستهلكين عبر شبكة توزيع الكهرباء. ويحدث التحول من نقل إلى توزيع في محطات القدرة الكهربائية power stations. وتوجد في المحطات الفرعية substations وسائل تدعى المحولات النازلة تخفِّض فولطية الكهرباء من عشرات أو مئات الآلاف من الفولطات إلى أقل من 10.000 فولط. ثم تُخفَّض هذه الفولطية أكثر من ذلك في محطات فرعية أخرى.

ومع انخفاض الفولطية تنقسم القدرة في عدة اتجاهات. وتمتد الأسلاك الصادرة عن المحولات إلى المستهلكين (المنازل والمخازن والمكاتب ومختلف الأماكن الأخرى). ويعتمد آخر توزع للفولطية على حاجات المستهلك. ويوجد في كل منزل أسطوانة تحويل transformer drum ترتبط بعمود الكهرباء، ووظيفتها هي تخفيض الكهرباء إلى 240 فولط. وتدخل الكهرباء إلى المنزل مارةً بعداد يعمل على الواط الساعي.



تنتقل الكهرباء المنزلية عبر العديد من أعمدة الكهرباء.

محطة النقل الفرعية

تعمل محطة النقل الفرعية transmission substation على تحويل فولطية المولد إلى فولطية عالية لنقلها إلى مسافات بعيدة على شبكة النقل transmission grid، وترسل القدرة الكهربائية إلى محطات القدرة الكهربائية الفرعية على ثلاثة أطوار phases من المولدات.

المسار التجميعي

تزود القدرة من المحول إلى المسار التجميعي distribution bus. ويوزع المسار التجميعي القدرة على مجموعتين مختلفتين من خطوط التوزيع بفولطيتين مختلفتين. وتُخفض المحولات الصغرى المركبة على مسار التجميع الفولطية إلى فولطية الخط القياسية standard line voltage (حوالي 7200 فولط) لمجموعة واحدة من الخطوط، بينما تترك القدرة في الاتجاه الآخر ضمن فولطية عالية.

هل تعلم؟

تنقل الغازات المتأينة ionized gases التيار الكهربائي باستخدام الأيونات الموجبة والسالبة والإلكترونات.



محطة نقل فرعية



الكهرباء في المنزل

يتم نقل الكهرباء إلى المنازل عبر مجموعة من أعمدة الكهرباء electricity poles. تتصل هذه الأعمدة بكل منزل بطور واحد من القدرة، وسلك أرضي ground wire، ولكن أحياناً قد يوجد طورين أو ثلاثة على العمود بحسب موقع المنزل على شبكة التوزيع. ويمكن أن توجد محولات مركبة على الأعمدة لتخفيض قدرة الكهرباء إلى 240 فولط، حيث تشكل قدرة 240 فولط الخدمات الكهربائية الاعتيادية للمنازل.

الإلكترونيات

تهيمن الوسائل الإلكترونية **electronic devices** على التقنية **technology**، وتعتمد التقنيات على النظريات الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية، إلا أن المنتجات النهائية هي وسائل إلكترونية يحتاجها الناس.

إن مجالات الوسائل الإلكترونية في يومنا هذا أصبحت هائلة، إلى درجة أنه قبل عشر سنوات لم يكن تصور التقدم في هذه المجالات. وقد أصبحت بعض الوسائل مثل تلفاز البلازما وأفران الموجات الصغرية (ميكروويف) وأجهزة الـ (DVD) وكاميرات الفيديو وحتى الهواتف الخلوية متوافرة في كل مكان ولجميع الناس.



جهاز فاكس

الإلكترونيات في المكتب

من أكثر الوسائل الإلكترونية استخداماً في المكاتب أجهزة الفاكس والناسخات والهاتف الداخلي (الإنتركوم) والمسلاط والآلات الحاسبة والحاسوبات (الكومبيوتر). ولجميع هذه الوسائل أجهزة تشغيل ذاتية مما يجعلها مفيدة وفعالة.



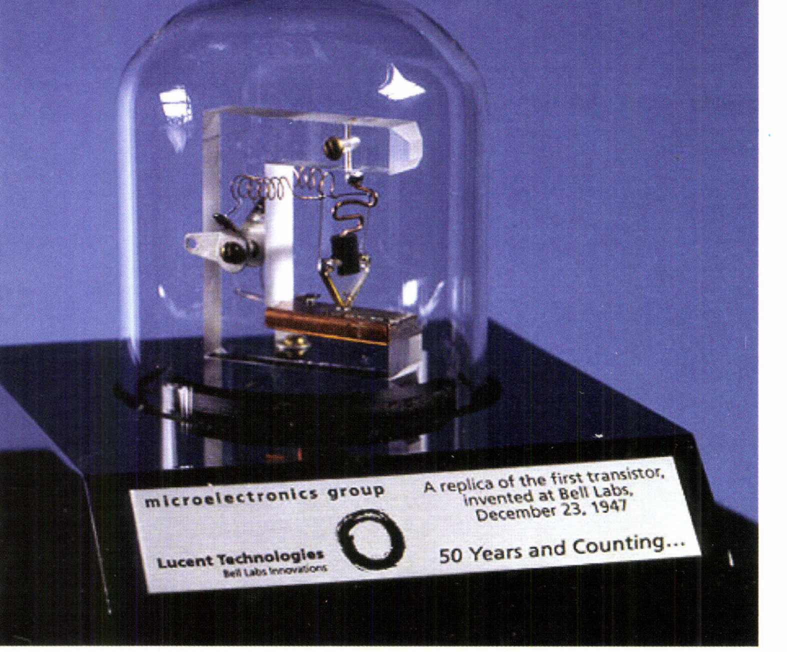
الإلكترونيات في المنزل

نستخدم في منازلنا أنواعاً أخرى من الأجهزة الإلكترونية بدءاً من أجراس الباب الموسيقية إلى أنظمة الإنذار العالية التقنية. ومن الوسائل الإلكترونية المنزلية المعروفة: أجهزة المذياع، والتلفاز، والهاتف، والساعة الرقمية، والثلاجة، والغسالة، ومكيف الهواء.

استخدام الغسالة لغسل الملابس في المنزل.

تطور الإلكترونيات

في بدايات القرن التاسع عشر كانت الإلكترونيات في مرحلتها الوليدة. وقد تركزت معظم البحوث في النصف الأول من القرن التاسع عشر على مصادر الكهرباء المختلفة، ونتج عن ذلك أن اخترع أليساندرو فولتا Alessandro Volta البطارية الكهربائية. وبعد خمسينيات القرن التاسع عشر أدت البحوث في الإلكترونيات إلى اختراع مصباح الأشعة المهبطية cathode tube وبعض الوسائل المشابهة الأخرى.





اختراع الترانزيستور والمعالج الصُغري

ينظر إلى اختراع أول ترانزيستور transistor سنة 1947 في مختبرات بيل Bell Laboratories على أنه أهم اختراعات القرن العشرين الذي شكل مستقبل الإلكترونيات. وقد تم تصميم معالج صغري وحيد الرقاقة single-chip microporcessor وهي إنتل 4004 من قبل تيد هوف وفدريكو فاغين. وكان إنتل 4004 أول معالج صغري متاح تجارياً.

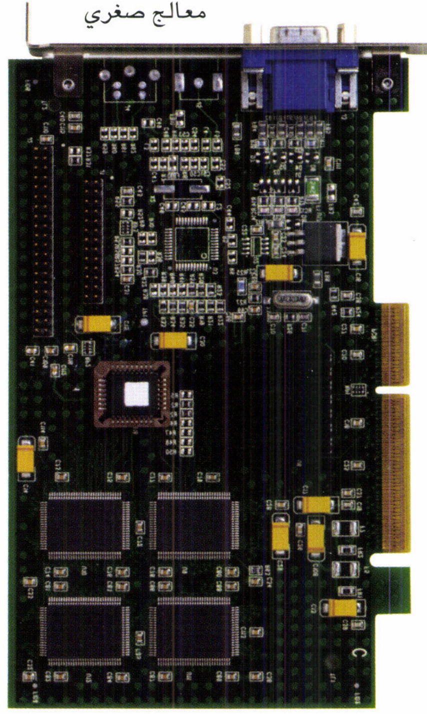
اختراعات القرن العشرين

تعد 1904 هي سنة ولادة الإلكترونيات باختراع الصمام الأيوني الحراري thermionic valve أو المعروف باسمه الآخر الصمام الثنائي diode، وقد اخترعه جون أمبروز فليمنغ John Ambrose Fleming. وبعد عدة سنوات تقدَّم الأميركي لي دي فورست Lee De Forest بالصمام الثلاثي triode. وفي سنة 1947 اختُرع الترانزيستور من قبل ثلاثة علماء هم جون باردين John Bardeen ووالتر براتين Walter H. Brattain وويليام شوكلي William Shockly. وقد أدى هذا الاختراع إلى ظهور أول مذياع ترانزيستور من ماركة ريجنسي ت ر 1 Regency TR1 سنة 1954.

السير جون باردين

ولادة الإلكترونيات الحديثة

أدى اختراع الدارة المدمجة integrated circuit والمعالجات الصغرية microprocessors إلى ولادة الإلكترونيات الحديثة. وقد أسهمت هذه الوسائل في تطوير كافة الأجهزة الإلكترونية. كما أسهم في تطوير الإلكترونيات الحديثة اختراع الألياف البصرية optic fibers في السبعينيات وشاشات التماس touch screens.



العناصر الإلكترونية

توجد أنواع مختلفة من العناصر الإلكترونية electronic components. وتعمل هذه العناصر على ضبط تدفق الإلكترونات أو الجسيمات الأخرى المشحونة كهربائياً في بعض المعدات مثل الصمام الأيوني الحراري thermionic valve وأشباه النواقل semiconductors. وهي توجد في ألوان وأحجام وأشكال مختلفة.

المحرِّض

المحرضات (أو الحاثات) inductors هي أسلاك على شكل لفافة. ويخلق هذا الشكل مجالاً مغناطيسياً أقوى مما ينتجه سلك مستقيم. وتُشكل بعض المحرضات بأسلاك على شكل لفافة ذاتي التثبيت. وتحوي المحرضات على بعض المقاومة وبعض المُواسعة capacitance الموزعة. وتعني المواسعة أنه يوجد في المحرضات تردد ذاتي الرنين self-resonant frequency.

ملف خانق



مواسعات مختلفة الاشكال الأحجام والوظائف.

المُواسِع

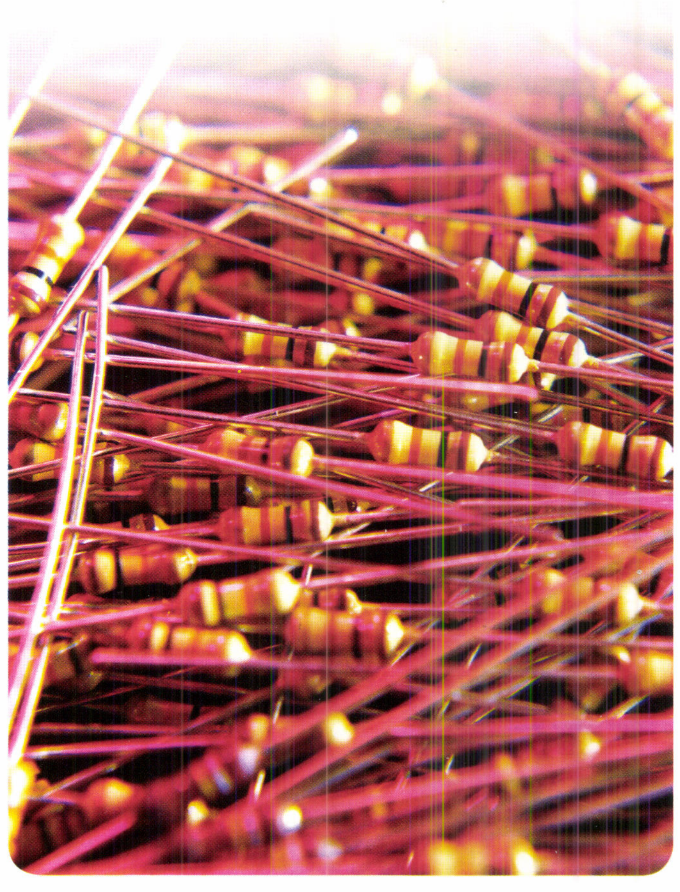
المواسع capacitor أو المكثِّف condenser هو أداة تخزن الشحنة الكهربائية مؤقتاً وتطلقها عند الضرورة. وتستخدم المواسعات للحفاظ على مستوى الفولطية في خطوط القدرة الكهربائية، ولتحسين كفاءة النظام الكهربائي. ويتألف المواسع في شكله البسيط من سطحين ناقلين يفصل بينهما عازل.

الثنائي diode هو وسيلة شبه ناقلة تمرر الكهرباء في اتجاه واحد، وهو يتألف من قطبين كهربائيين مصعد anode ومهبط cathode. وتستخدم الثنائيات المصدرة للضوء light emitting diodes (LEDs) في العرض الرقمي numeric displays على أجهزة المكروويف والفيديو والليزر.

المقاوِم

المقاوم resistor (أو المقاومة) هو عنصر إلكتروني يتحكم بالتيار عن طريق تزويده بالمقاومة ويقاس بالأوم. وللمقاوِمات رمز لوني يدل على قيمة المقاوم ودرجة تحمله. وتستخدم المقاومات في جميع الدارات الإلكترونية بلا استثناء.

وتوجد فئتان من المقاومات: مقاومات ثابتة fixed resistors، ومقاومات متغيرة variable resistors. للمقاوم الثابت قيمة أوم ثابتة، أما المقاوم المتغير فيمكن تعديل قيمه. ويصنع المقاوم عادةً من غشاء كربوني أو معدني.



مقاوِمات

الثنائيات

صمام ثنائي

تصنع diodes من مواد شبه ناقلة كالسيليكون أو الجيرانيوم أو السيلينيوم، وتستخدم كمنظمات للفولطية ومقومات الإشارات ومذبذبات ومعدلات أو مبدلات الإشارات. وتقسم الثنائيات عادةً إلى فئتين: الإشارات الثنائية signal diodes وهي تمرر تيارات كهربائية صغيرة بقدر 100 أمبير أو أقل، والمقوِّمات rectifier diodes وهي تمرر تيارات كهربائية أكبر.

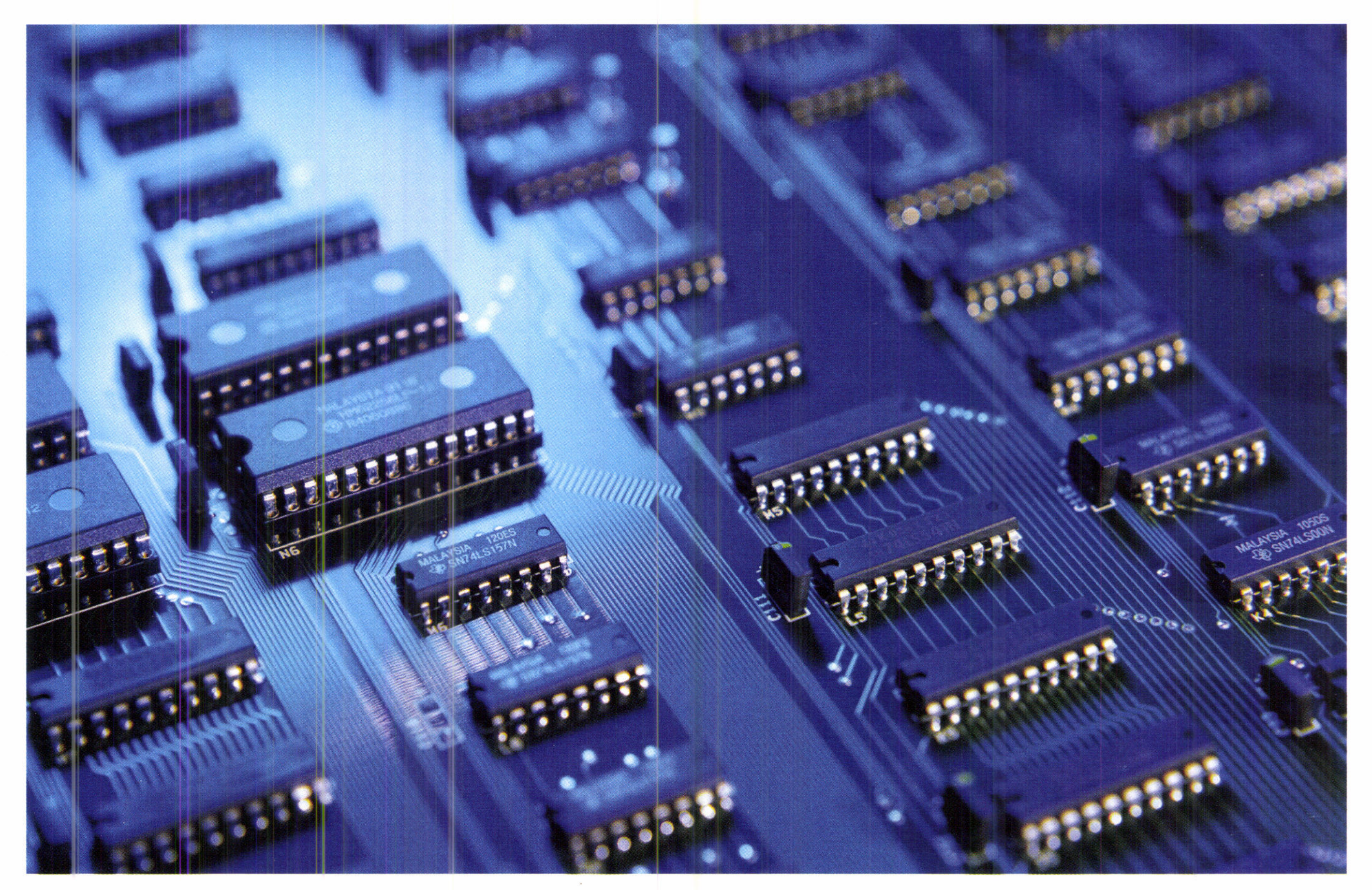
الترانزيستور

الترانزيستور transistor هو وسيلة إلكترونية تضبط تدفق التيار، وهو من الوسائل شبه الناقلة، وله ثلاثة مرابط terminals. ويستخدم أحد المرابط للتحكم بتدفق التيار إلى المربطين الآخرين. وتدعى المرابط الثلاث بالنبع source والبوابة gate والمصرف drain. وعندما تطلق فولطية على البوابة ينتظم تدفق التيار بين المنبع والمصرف.

ويستخدم الترانزيستور لغرضين أساسيين: تضخيم إشارة كهربائية، والعمل كقاطعة فتح وإغلاق. ويشكل الترانزيستور أحد العناصر الرئيسة في الدارات الرقمية. ويحوي الحاسوب الشخصي على ملايين الترانزيستورات. ويمكن الآن إيجاد الترانزيستور في كل شيء بدءاً من المذياع وحتى (الروبوط) robot.



ترانزيستور



معالجات متعددة في دارة مدمجة على نطاق واسع.

الدارة المدمجة

الدارة المدمجة **integrated circuit** هي رقاقة رفيعة تتألف من وسيلتين شبه ناقلتين على الأقل تتصلان ببعضهما هما ترانزيستورات وأدوات أخرى كالمقاوِمات. صمم جاك كيلبي **Jack Kilby** من مؤسسة تكساس لصناعة الأدوات **Texas Instruments** وروبرت نويس **Robert Noyce** من مؤسسة فيرتشايد لأشباه النواقل **Fairchild Semiconductor** أول دارة مدمجة في خمسينيات القرن الماضي. وتستخدم الدارات المدمجة في الكثير من الوسائل كالمعالِجات الصغرية والمعدات السمعية والبصرية والسيارات.

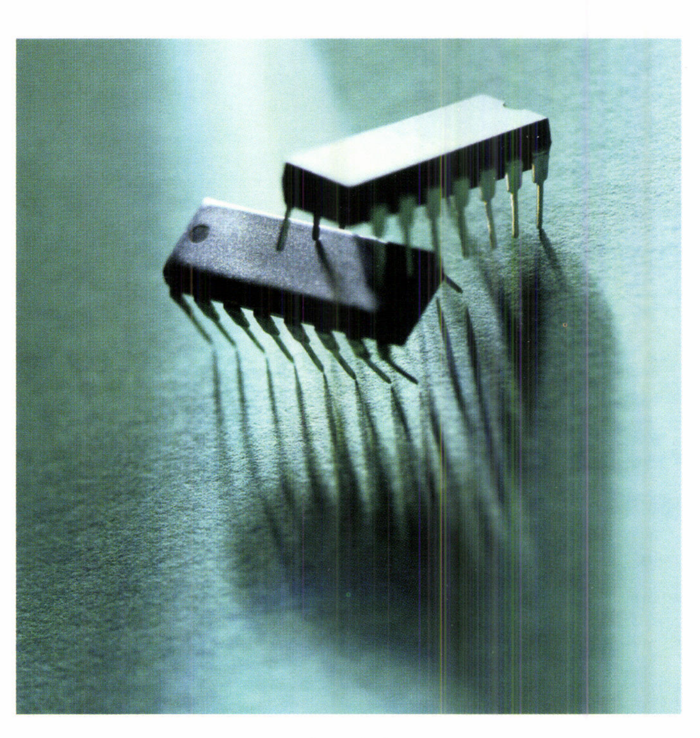
وظيفة الدارة المدمجة

يمكن للدارة المدمجة أن تحوي من واحد إلى مليون من الدارات (أو البوابات) المنطقية logic gates والدارات القلابة flip-flops ووحدات الاتصال التعددية multiplexers والدارات الأخرى، في مساحة لا تتعدى عدة ميليمترات مربعة. ويؤدي صغر حجم هذه الدارات إلى سرعة عالية، وقلة تبديد القدرة، وانخفاض كلفة التصنيع. وتنجز الدارات النظيرة المدمجة وظائف نظيرة كالتضخيم amplification والترشيح الفعال active filtering وإزالة التضمين demodulation والمزج mixing وما إلى ذلك.

دارة مدمجة

أشباه النواقل في رقاقات الحاسوب

تستخدم أشباه النواقل في رقاقات الحاسوب computer chips. ويتصرف شبه الناقل كعازل في درجات الحرارة المنخفضة، وله ناقلية كهربائية مقبولة في درجة حرارة الغرفة، مع أن ناقليته أقل من النواقل الكهربائية الأخرى.



دمج ضئيل المدى

التصنيف

- تصنف الدارات المدمجة بعدد الترانزيستورات العناصر الإلكترونية الأخرى التي تحويها:
- الدمج الضئيل المدى small-scale integration (SSI): حيث تحوي الرقاقة حتى 100 عنصر إلكتروني.
- الدمج المتوسط المدى medium-scale integration (MSI): تحوي الرقاقة بين 100-3.000 عنصر إلكتروني.
- الدمج الكبير المدى large-scale integration (LSI): تحوي الرقاقة بين 3.000-100.000 عنصر إلكتروني.
- الدمج العظيم المدى very large-scale integration (VLSI): وتحوي الرقاقة بين 100.000-1.000.000 عنصر إلكتروني.
- الدمج الفائق المدى ultra large-scale integration (ULSI): حيث تحوي الرقاقة أكثر من مليون عنصر إلكتروني.

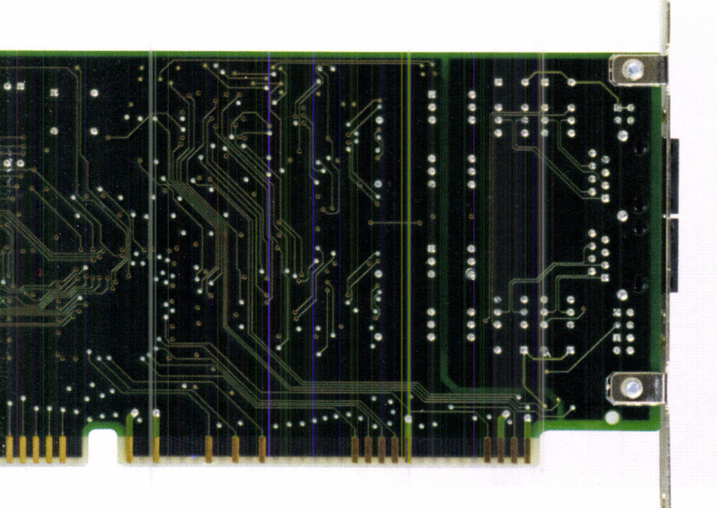


الدمج الكبير المدى

الدمج الكبير المدى هو المستوى الحالي لتصغير رقاقة الحاسوب. يسمح الدمج الكبير المدى بإدخال حتى مليون ترانزيستور على رقاقة واحدة. وكانت المستويات السابقة كما يلي: استطاع الدمج الكبير المدى أن يضم آلاف الترانزستورات على رقاقة صغرية microchip واحدة، وتمكن الدمج متوسط المدى أن يحوي مئات الترانزيستورات في الرقاقة الصغرية، بينما حوى الدمج الضئيل المدى عشرات الترانزيستورات على الرقاقة الصغرية.

دمج كبير المدى

لوحة الدارة المطبوعة



لوحة الدارة المطبوعة (printed circuit board (PCB هي صفيحة رقيقة توضع عليها الرقاقات والمكونات الإلكترونية الأخرى. ويتألف الحاسوب من لوحة دارة مطبوعة واحدة أو أكثر تدعى غالباً البطاقات cards أو المهايئات adapters. وتشكل هذه اللوحات: اللوحة الأم motherboard، واللوحة الموسعة expansion board، والبطاقة الوليدة daughter card، ولوحة التحكم controller board، وبطاقة تماس الشبكة network interface card، والمهايئة البصرية video adapter.

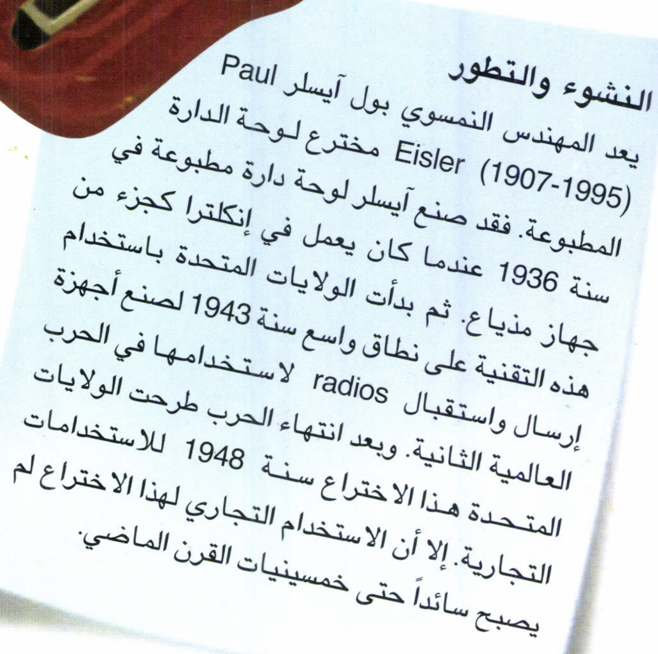
ميزات لوحة الدارة المطبوعة

تتألف لوحة الدارة المطبوعة من أسلاك "مطبوعة" printes wires تتصل بركيزة عازلة insulator sheet. وتدعى الأسلاك المطبوعة الناقلة بالمارّات traces أو المسالك tracks، ويدعى العازل بالركيزة التحتية substrate. وتصنع بعض لوحات الدارة المطبوعة بإضافة مسارات إلى الركيزة التحتية. وتصنع معظم لوحات الدارات المطبوعة بطلاء طبقة من النحاس فوق الركيزة كلها، ثم إزالة النحاس غير المطلوب وترك المسارات النحاسية المطلوبة فقط.

لوحة دارة مطبوعة مرنة.

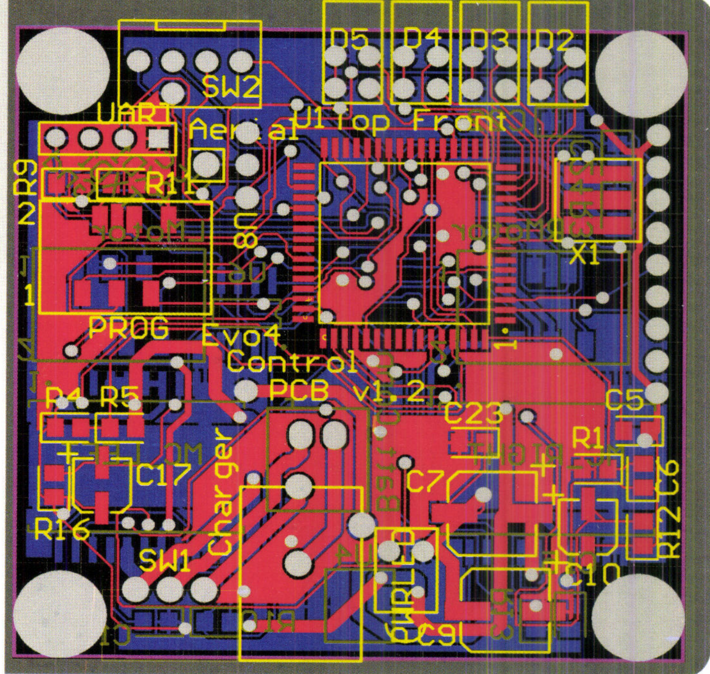
الاستخدامات

توجد في لوحات الدارات المطبوعة المصممة للعمل في الفراغ أو في الجاذبية الصفرية لب ثخين من النحاس أو الألومنيوم لتبديد الحرارة من المكونات الكهربائية. وتصمم بعض لوحات الدارات المطبوعة لتكون مرنة بالكامل أو جزئياً، وتدعى بالدارات المرنة flex circuits. ولوحات الدارات المطبوعة الموجودة في الكاميرات أو الأجهزة السمعية تكون دائماً مرنة بحيث يمكن طيها لكي تتسع في الحيز الموجود.

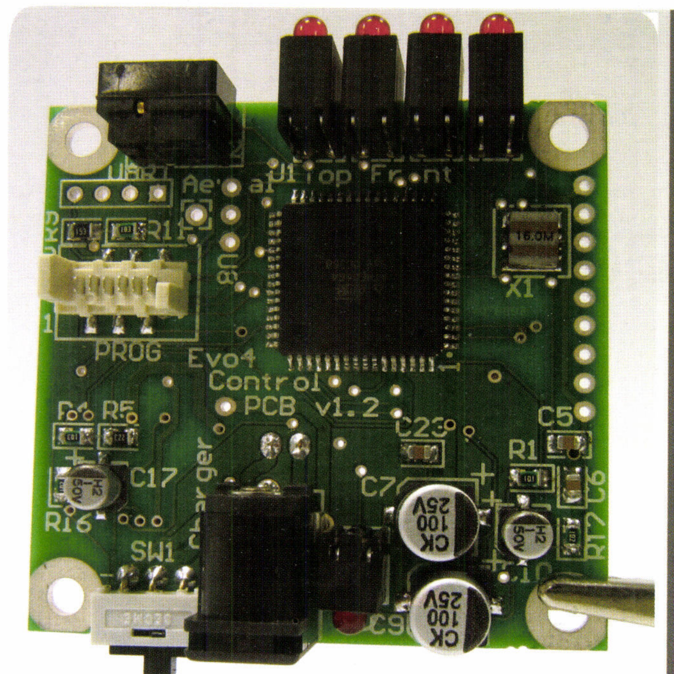


النشوء والتطور

يعد المهندس النمسوي بول آيسلر Paul Eisler (1907-1995) مخترع لوحة الدارة المطبوعة. فقد صنع آيسلر لوحة دارة مطبوعة في سنة 1936 عندما كان يعمل في إنكلترا كجزء من جهاز مذياع. ثم بدأت الولايات المتحدة باستخدام هذه التقنية على نطاق واسع سنة 1943 لصنع أجهزة إرسال واستقبال radios لاستخدامها في الحرب العالمية الثانية. وبعد انتهاء الحرب طرحت الولايات المتحدة هذا الاختراع سنة 1948 للاستخدامات التجارية. إلا أن الاستخدام التجاري لهذا الاختراع لم يصبح سائداً حتى خمسينيات القرن الماضي.



مخطط لوحة الدارات المطبوعة PCB.



لوحة دارات مطبوعة جاهزة PCB.

التصميم

يصمم مهندسو الإلكترونيات أو الكهرباء الدارات، أما مخططاتها فيصممها مختصون بالمخططات إذ إن لوحة الدارات المطبوعة تعد مهارةً تخصصية. وتحوي معظم لوحات الدارات المطبوعة من واحدة إلى ست عشرة طبقة ناقلة صفائحية (ملتحمة ببعضها). وتستخدم عدة تقنيات ومعايير لتصميم لوحة الدارات المطبوعة بحيث تكون سهلة التصنيع وصغيرة الحجم وقليلة التكلفة.

مكونات لوحة الدارات المطبوعة

المواد الأساسية core material: اللوحة هي صفيحة صلبة من راتنج الزجاج الليفي مغطاة بصفائح نحاسية على جانبيها.

مادة التقوية التحضيرية pre-preg material: وهي تشبه المادة الأساسية وتأتي على شكل صفائح رقيقة ذات حجم معياري.

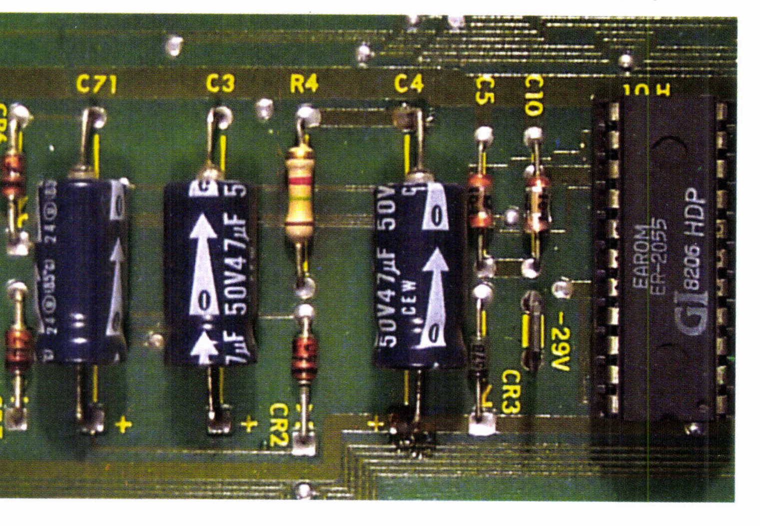
الرقاقة النحاسية copper foil: هي صفيحة رقيقة توضع فوق أو بين مادة التقوية التحضيرية بطرفها اللصق.

الطلاء النحاسي copper plating: وهو ثخانة إضافية من النحاس تضاف إلى اللوحة أثناء تصفيح جدار الثقوب المصنوعة في اللوحة الجاهزة.

صفيحة الوقاية من اللِّحام solder mask: وهي مادة تستخدم لتزود اللوحة بعزل كهربائي، وتقيها من آثار اللحام.

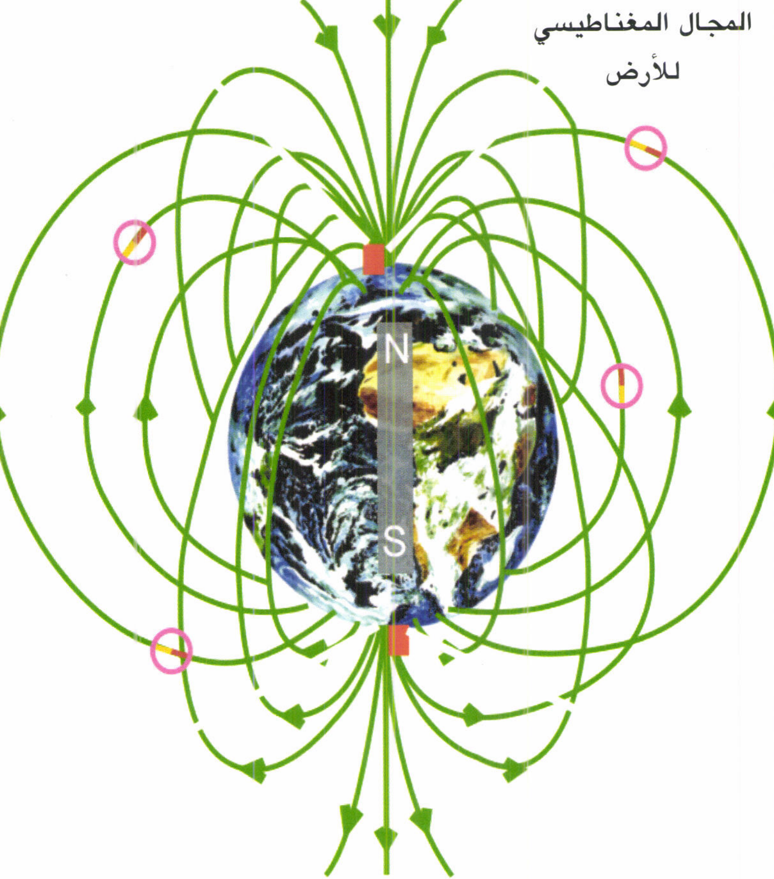


عناصر لوحة الدارات المطبوعة PCB.



المغناطيسية

المغناطيسية magnetism هي خاصية تملكها بعض المواد لجذب أو نبذ مواد أخرى. وتبدي بعض المواد ميزات مغناطيسية كالحديد والفولاذ والحجر المغناطيسي lodestone.



المجال المغناطيسي للأرض

نظريات واختراعات

كان اليونانيون أول من اكتشفوا أنه حين يفرك العنبر بالفراء فإنه يمتلك القدرة على جذب جسيمات القش. وقد بقي هذا الأثر الغريب غامضاً لأكثر من ألفي عام. وفي حوالي سنة 1600 م تمكن ويليام جلبرت William Gilbert من تفسير رد فعل العنبر والمغناطيسات، ونشر تقارير عن نظرية المغناطيسية، وقد مهدت اختباراته الطريق لعدد من الاختراعات والاكتشافات في مجال المغناطيسية.

ويليام جلبرت

يعد ويليام جلبرت أب المغناطيسية. وقد أصبح رئيساً لكلية الطب الملكية سنة 1600، وعين طبيباً خاصاً للملكة إليزابيث الأولى. قام جلبرت بعدة اختبارات على الخواص المغناطيسية للحجر المغناطيسي، وحاول فهم العلاقة بين العنبر والفراء، ونشر اكتشافاته في كتاب أسماه "المغنطيس" The Magnet، وفيه شرح الخواص المغناطيسية للأرض.



ويليام جلبرت

الاختراعات الأولى

البوصلة المغناطيسية:

يمكن عد البوصلة المغناطيسية magnetic compass كأحد أول الأدوات التي تعمل على مبدأ المغناطيسية. وكان الصينيون أول من استخدم بوصلة مغناطيسية، حين وجدوا أن المغناطيس كان يشير دائماً إلى اتجاه شمال-جنوب. ثم تعلّم الأوربيون ذلك بعد فترة أطول. وكان أول أوربي يستخدم البوصلة المغناطيسية هو راهب إنكليزي يدعى ألكساندر نكهام Alexander Neckham في القرن الثاني عشر الميلادي.

القوى المغناطيسية للأرض

وجد ويليام جلبرت في القرن السابع عشر أن الأرض تملك قوى مغناطيسية، كما وجد أن للأرض قطبين مغناطيسيين magnetic poles هما: القطب الشمالي North Pole، والقطب الجنوبي South Pole.

المجال المغناطيسي

المجال (أو الحقل) المغناطيسي magnetic field هو المنطقة المحيطة بالمغناطيس التي تعمل فيها القوى المغناطيسية، وهو يتمثل بخطوط محيطة بالمغناطيس. وتدعى هذه الخطوط بخطوط القوة المغناطيسية magnetic lines of force، وهي خطوط وهمية، تستخدم لشرح النموذج المغناطيسي. وتمتد خطوط القوة المغناطيسية من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي ضمن حلقة مغلقة closed loop.

المغناطيسات

المغناطيسات magnets هي قطع من الحديد أو المواد الأخرى تجذب قطع أخرى من الحديد أو الفولاذ. وتمتاز المواد التي يمكن للمغناطيس أن يجذبها – كالحديد والفولاذ والنيكل والكوبالت – بقدرتها على أن تتمغنط (تصبح مغناطيسية) magnetized، وتدعى هذه المواد مواداً مغنطيسية magnetic materials. والمواد الأخرى كالورق والخشب والزجاج والقصدير التي لا يجذبها المغناطيس هي مواد غير مغناطيسية nonmagnetic materials، ولا يمكن مغنطتها.

تطبيقات المغناطيس

توجد عدة تطبيقات لخواص المغناطيس. كان أول استخدام حقيقي للمغناطيس هو البوصلة التي ساعدت كثيراً في الملاحة البحرية. ولكن مع تطور وفهم المجالات المغناطيسية وخواصها انتشرت تطبيقات المغناطيسات أكثر. وتستخدم المغناطيسات هذه الأيام في كل جانب من جوانب حياتنا.

العلاج المغناطيسي

استخدمت الكثير من الحضارات القديمة القدرات الشفائية healing properties للمغناطيس كالهنود والصينيين والمصريين والإغريق، وحتى في يومنا هذا يستخدم الكثير من الناس المغناطيس لمعالجة العديد من الأمراض. وتعمل خاصية المغناطيس الشفائية على مبدأ التدفق المغناطيسي. ويفيد المغناطيس في علاج عدة حالات كزيادة دفق الدم في الجسم، وتنظيم مسار الكالسيوم، وتغيير الخواص الحمضية للدم، والتأثير على إنتاج الهرمونات.



إسوارة مغناطيسية

هل تعلم؟

ينتج عن طرق المغناطيس أن يفقد مغناطيسيته، لأن الجزيئات تفقد اصطفافها الشمالي–الجنوبي، وتجري أقطابها بشكل عشوائي في مختلف الاتجاهات.

بطاقات الائتمان والبطاقات المصرفية

تحوي جميع أنواع بطاقات الائتمان credit cards والخصم debit cards والصراف الآلي ATM cards شريطة مغناطيسية على أحد جانبيها تحوي كل المعلومات الضرورية عن حساب صاحب البطاقة. وتستخدم هذه الشريطة المغناطيسية على البطاقة في كافة أنحاء العالم.

قطارات ماغليف

تعمل قطارات ماغليف Maglev trains على خواص الرفع التي تملكها المغناطيسات. ويمكن لجسم ما أن يرفع بالتحكم بمجالاته المغناطيسية. وترفع قطارات ماغليف بواسطة لفافات معدنية قوية. وما أن يرفع القطار حتى تزود اللفافات بالقدرة الكهربائية؛ فتخلق مجالاً مغناطيسياً يمكن أن يسحب أو يدفع القطار. ويمكن لهذه القطارات أن تصل إلى سرعات تقارب 500 كم/سا.

قطار يعمل على الرفع المغناطيسي.

التخطيط بالرنين المغناطيسي

يعتمد التخطيط بالرنين المغناطيسي magnetic resonance imaging (MRI) على مبدأ أن المواد المختلفة ترجع الصدى في مجالات مغناطيسية مختلفة. وقد صمم هذه التقنية فريق من العلماء الإنكليز يرأسهم بول لاوتربر Paul Lauterbur. ويستخدم التخطيط بالرنين المغناطيسي لرؤية ما بداخل الجسم من دون استخدام الأشعة السينية. ويساعد التخطيط بالرنين المغناطيسي في الكشف عن الأورام والأنسجة الطرية في أجسامنا كالدماغ والحبل الشوكي.

الكهرطيسية

يدعى الجسم الملفوف بسلك كهربائي والذي يتصرف كالمغناطيس بالمغناطيس الكهربائي **electromagnet**. إلا أنه في المغناطيس الكهربائي تقوم الكهرباء بصنع القوة المغناطيسية والتحكم بها. وحين نلف سلكاً معزولاً حول قطعة من الحديد ثم نمرر تياراً كهربائياً في السلك يصبح الحديد ممغنطاً. ويحدث ذلك لأن التيار الكهربائي الذي مر بالسلك قد خلق حوله مجالاً مغناطيسياً. وتعمل الكهرطيسية **electromagnetism** على مبدأ توليد التيار الكهربائي العابر للسلك مجالاً مغناطيسياً. ولهذا المجال المغناطيسي القوة نفسها التي تحويها قطع معدنية ملتصقة بمغناطيس دائم. وتستخدم المغناطيسات الكهربائية لتوليد الكهرباء واختزان الذاكرة في الحاسوب، وإسقاط الصور على شاشة التلفاز، وتشخيص الأمراض، وتدخل في تركيب أي أداة تعمل على الكهرباء.

الآثار المغناطيسية للكهرباء

من المعروف أن المجال الكهربائي يوجد حول شحنة كهربائية. وحين تتحرك الشحنات الكهربائية فمن البديهي أنها تشكل تياراً كهربائياً. ويحدث الأثر المغناطيسي للكهرباء من حقيقة أنه يوجد مجال مغناطيسي حول كل تيار كهربائي، ويمكن الكشف عن ذلك عندما نقرب مغناطيساً من الناقل الذي يمر به التيار. ويمكن النظر إلى المجال المغناطيسي حول التيار الكهربائي على شكل خطوط من القوى المغناطيسية التي تشكّل حلقات دائرية مغلقة حول السلك الناقل للتيار.

الآثار الكهربائية للمغناطيس

عندما يمر سلك حول مجال مغناطيسي ويقطع خطوط القوى المغناطيسية تخلق فولطية عبر السلك. ويحدث ذلك لأن التيار الكهربائي يمر بالسلك حين تتصل نهايتيه بناقل مشكلةً دارة. ويدعى هذا التيار بالتيار المحرِّض أو المستحَث induced current، ويدعى تحريض التيار بهذه الطريقة التحريض الكهرطيسي electromagnetic induction.

سلك ناقل قوي كهرطيسي.

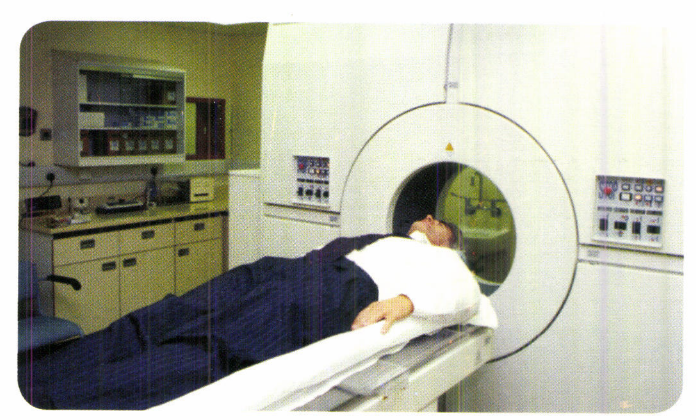
الوشائع

حين يلف سلك ما ليشكل عدة حلقات شبيهة بلفافة حلزونية طويلة فإن خطوط القوة المغناطيسية تمر وسط تلك اللفافة من إحدى نهايتيها إلى النهاية الأخرى، بدلاً من أن تحيط بحلقات السلك نفسها. تدعى مثل تلك اللفافة بالوشيعة أو الملف اللولبي solenoid.

ملف لولبي

الوسائل الكهربائية

تستخدم المحركات والمولدات الكهربائية مغناطيسات كهربائية وتحريضاً كهرطيسياً لكي تعمل. ويحول المحرك الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية، بينما يحول المولد الكهربائي الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.



جهاز التخطيط بالرنين المغناطيسي.

استخدامات المغناطيسات الكهربائية

تستخدم المغناطيسات الكهربائية في المحركات الكهربائية التي تشغل البرادات والمكانس الكهربائية والغسالات وأجهزة السيديات. وهي تستخدم أيضاً في المحولات التي تحول الكهرباء العالية الفولطية إلى كهرباء منخفضة الفولطية.
وتلعب المغناطيسات الكهربائية دوراً مهماً في تسيير القطارات، وحافلات المترو، والترام، والحافلات أحادية السكة monorail، والسلالم المتحركة، والمصاعد.كذلك تستخدم المغناطيسات الكهربائية في الأغراض الطبية، ومعدات التشخيص كالتخطيط بالرنين المغناطيسي.

استخدامات التحريض الكهرطيسي

كما هو الحال في المغناطيسات والمغناطيسات الكهربائية فإن للتحريض الكهرطيسي أهمية قصوى في حياتنا اليومية. وتشكل الكهرطيسية المبدأ الأساسي لتوليد الكهرباء في المولدات، حيث تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية باستخدام المغناطيس، وهكذا نحصل على الكهرباء.

قاعدة اليد اليمنى

تستخدم قاعدة اليد اليمنى right-hand rule لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي. وفقاً لهذه القاعدة فإن إصبع السبابة يمثل الناقل الحامل لتيار في اليد اليمنى ويشير إلى اتجاه التيار الكهربائي، من الموجب إلى السالب.

قاعدة اليد اليمنى

القوة الكهرطيسية

يمكننا تحديد القوة الكهرطيسية electromagnetic strength أو قوة المجال المغناطيسي من كمية التيار، وعدد لفات السلك وطول السلك. وهي متناسبة طرداً مع التيار الذي يعبر السلك.

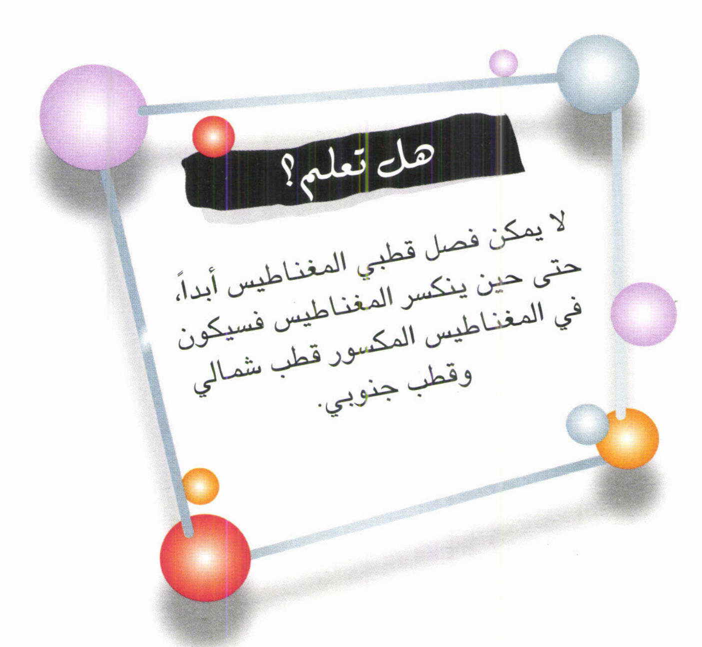


أنواع المغناطيسات

تدعى المواد التي تجذب أو تنبذ بعضها بالمغناطيسات أو المواد المغناطيسية. ومن بعض المواد التي تبدي المغناطيسية: الحديد والفولاذ والنيكل والماغنِتيت والكوبالت. وتعد بعض هذه المواد مغناطيسات طبيعية كالحجر المغناطيسي، أما بعضها الآخر كالحديد والفولاذ والكوبالت فيمكن مغنطته صناعياً.



استخدام المغناطيس لفصل الحديد عن المواد الأخرى.



المغناطيسات الدائمة والمؤقتة

تدعى المغناطيسات المصنوعة من الفولاذ المقسّى وبعض السبائك التي تبدي كمية كبيرة من المغناطيسية بالمغناطيسات الدائمة permanent magnets. وعملية مغنطة هذه المواد هي عملية بالغة الصعوبة، وذلك لأن المواد تبدي مقاومة عالية لخطوط القوة المغناطيسية حين تحاول هذه أن توزع نفسها على كل أجزاء المادة. وتُدعى هذه المقاومة بالممانعة reluctance. وتتألف المغناطيسات الدائمة من مواد ذات ممانعة عالية. أما المواد ذات الممانعة الضئيلة كالحديد اللين أو فولاذ السيليكون الملدّن فهي سهلة المغنطة نسبياً، وليس لديها القدرة على الحفاظ على مغناطيسيتها لفترة طويلة. وتدعى مثل هذه المواد بالمغناطيسات المؤقتة temporary magnets.



الحجر المغناطيسي
هو مغنطيس طبيعي

مغناطيسات الأتربة النادرة

مغناطيسات الأتربة النادرة rare earth magnets هي مغناطيسات دائمة تحوي أعلى مجالات الطاقة المغناطيسية. ويمكن استخدام هذه المغناطيسات بشكل مثالي في التطبيقات التي تحتاج طاقة عالية، ولكنها محصورة مكانياً.



مغناطيس النيوديميوم
هو أحد مغناطيسات
الأتربة النادرة.

المغناطيسات الطبيعية

الأحجار الطبيعية التي تملك القدرة على جذب قطع صغيرة من الحديد بطريقة تشبه المغناطيسات تدعى بالمغناطيسات الطبيعية natural magnets، وقد اكتشفها اليونانيون والصينيون القدماء. وكان الصينيون على دراية بالمغناطيسية منذ سنة 2600 ق.م. وتوجد المغناطيسات الطبيعية حالياً في الولايات المتحدة والنرويج والسويد، ولكنها لم تعد تستخدم لأنه أصبح من السهل إنتاج المغناطيسات القوية.

المواد المغناطيسية الحديدية

المواد المغناطيسية الحديدية ferromagnetic materials هي المواد القادرة على مغنطة مواد أخرى كالحديد والفولاذ والكوبالت والسبائك كالألنيكو alnico والخليطة النفاذة (أو البرمالوي) permalloy ولهذه المواد قدرة كبيرة على الانجذاب نحو المجالات المغناطيسية، وهي قادرة على أن تحافظ على خواصها المغناطيسية حتى بعد أن يزال المجال المغناطيسي الخارجي. هذه المواد من أهم مجموعات المغناطيسات التي لها صلة بالكهرباء والإلكترونيات.

المواد البارامغناطيسية

لبعض المواد القدرة على الحفاظ على مغناطيسيتها حين توضع بالقرب من المغناطيس فقط. وتدعى هذه المواد بالمواد البارامغناطيسية paramagnetic materials. فالمعادن مثل الكروم والبلاتين والألومنيوم تكتسب بعض المغناطيسية الضعيفة حين تكون على مقربة من المغناطيس، فإذا أزيل المغناطيس فقدت هذه المعادن مغناطيسيتها.

جسم مغناطيسي حديدي يطفو على
سطح جسم مغناطيسي آخر.

المجال المغناطيسي

تدعى المنطقة المحيطة بالمغناطيس حيث يوجد تأثيره المغناطيسي بالمجال (أو الحقل) المغناطيسي **magnetic field**. ويمثَّل المجال المغناطيسي لمغناطيس ما بخطوط منقطة حوله. وتحوي المغناطيسات مجالات مغناطيسية قوية لا سيما عند أقطابها، وكلما كان المغناطيس أكبر زادت قوة مجاله المغناطيسي. وينتج المجال المغناطيسي عن دوران الإلكترونات حول النواة، أو عن التيار الكهربائي الذي يعبر سلكاً.

التيار الكهربائي هو تحرك الشحنة الكهربائية من نظام مغلق إلى آخر

تيار أو حركة شحنة كهربائية

دفق مغناطيسي

مجال مغناطيسي حول التيار

قوة

كثافة الدفق المغناطيسي

المجال المغناطيسي

قوة

التحرك مع السرعة الموجهة v

مجال كهربائي

الإطار في حالة السكون

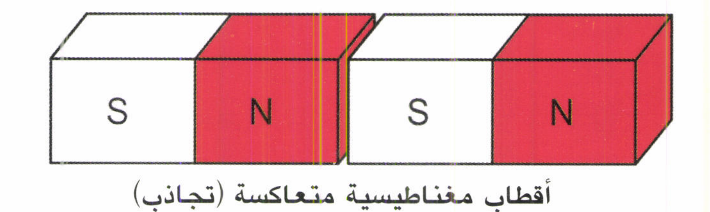
الدفق المغناطيسي

الدفق المغناطيسي

يدعى إجمالي الخطوط المغناطيسية التي تغادر أو تدخل في مغناطيس ما بالدفق المغناطيسي magnetic flux. ويمكن للدفق المغناطيسي أن يولد قدرة (فولطية) كهرطيسية. ويمكن التحكم بشحنة المغناطيس بالتحكم بالدفق المغناطيسي.

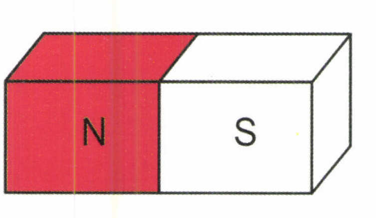
الأقطاب المغناطيسية

تتركز المناطق المغناطيسية عند جانبي المغناطيس، ويدعى هذان الجانبان بقطبي المغناطيس magnetic poles عندما يعلق قضيب مغناطيسي بشكل حر على خيط فإنه سيوجه نفسه تلقائياً باتجاه شمال-جنوب.



أقطاب مغناطيسية متعاكسة (تجاذب)

يدعى الجانب الشمالي منه بالقطب الشمالي north pole، ويدعى جانبه الجنوبي بالقطب الجنوبي south pole. وتجذب أقطاب المغناطيس المتعاكسة بعضها بعضاً، أما الأقطاب المتشابهة فتنبذ بعضها بعضاً.



S N

أقطاب مغناطيسية متشابهة (تنافر)

مجال مغناطيسي

أسباب المجال المغناطيسي

المغناطيسية هي ظاهرة ترتبط بحركة الشحنات الكهربائية. وتعتمد قوة المجال المغناطيسي على سرعة وحجم الجسيم المشحون.

مايكل فاراداي

اكتشف مايكل فاراداي Michael Faraday التحريض الكهرطيسي سنة 1831، عندما كان يجري اختبارات على تحريض المجال المغناطيسي؛ حيث لفَّ سلكاً حول أسطوانة ورقية ليصنع لفافة ووصل السلك بمقياس غلفاني galvanometer، ثم راح يحرك مغناطيساً نحو الأمام ونحو الخلف داخل الأسطوانة، مما جعل الإبرة في مقياس غلفاني تتحرك، مما دل على تحريض التيار في اللفافة، وحين توقفت حركة المغناطيس توقفت الإبرة عن التحرك أيضاً. واستنتج فاراداي أن التحريض الكهرطيسي أو تحريض التيار في الدارة حدث بسبب المجال المغناطيسي المتحرك.

مايكل فاراداي

الأقطاب المغناطيسية للأرض:

تعد الأرض مغناطيساً عملاقاً. وكجميع المغناطيسات يحوي المجال المغناطيسي للأرض على قطبين: قطب شمالي وقطب جنوبي. كما تحوي الأرض محوراً مغناطيسياً يقع على بعد 15 درجة من محورها الجغرافي. ويمتد المجال المغناطيسي للأرض إلى عدة آلاف من الكيلومترات في الفضاء.



الحاسبات



الحاسوب computer وسيلة قابلة للبرمجة programmable، تستقبل المعلومات (المدخلات) input وتخزنها، وتعالج معطياتها، وتنتج شيئاً مفيداً (المخرجات) output. وتستخدم الحاسبات في كل مكان بما في ذلك المنزل والمكتب والمشفى والمدرسة والمصرف. وتساعد الحاسبات في إنجاز الحسابات الرياضياتية والعمليات المنطقية والوظائف المفيدة الأخرى.



استخدامات وأقسام الحاسوب.

الحاسبات الشخصية

اخترعت شركة أنظمة القياس البعدي للآلات الصغرية Micor Instrumentation Telemetry Systems (MITS) الحاسوب الشخصي personal computer سنة 1974. وصمم مدير الشركة مع فريق من مهندسي معدات الحاسوب أول حاسوب شخصي واسمه MITS Altair 8800. واحتوت وحدة الحاسوب على وحدة المعالجة المركزية CPU 8080 8080، وبطاقة ذاكرة RAM card قدرها 256 بايت وتصميماً جديداً. إلا أن شركة آبل Apple اخترعت أحد أكثر الحاسوبات انتشاراً وهو آبل-2 Apple II سنة 1977.



حاسوب شخصي

تاريخ الحاسبات الحديثة

اخترعت أولى الحاسبات الحديثة في ثلاثينيات وأربعينيات القرن الماضي في الولايات المتحدة. اخترع المهندس الألماني كونراد زوس Konrad Zusse أول حاسوب قابل للبرمجة Z1 سنة 1937. ثم اخترع جون متشلي John Mauchly وج. بريسبر إيكرت J. Presper Eckert أول حاسوب إلكتروني متعدد الأغراض وسمي الحاسوب الدامج العددي الإلكتروني (إينياك) Electronic Numerical Integrator Computer (ENIAC) سنة 1945. وعُرض هذا الجهاز في جامعة بنسلفانيا في 14 شباط 1946.

مكونات الحاسوب

يتألف الحاسوب من عنصرين رئيسين: العتاد الصلب hardware، والبرامج software. ويعني العتاد الصلب المكونات الفيزيائية لجهاز الحاسوب، ويشمل الجهاز الفعلي والأسلاك والدارات وما إلى ذلك. أما البرامج فيه مجموعة البرامج والبيانات المتعلقة بها التي تأمر الحاسوب بما يجب أن يقوم به. وهي منتج غير ملموس يضم معلومات وتعليمات.



حاسوب مبكر

بداية الحاسبات

استخدمت كلمة حاسوب لأول مرة سنة 1643 لتدل على الشخص القادر على إجراء العمليات الحسابية. وصاغ تشارلز بابيج Charles Babbage، المسمى "أب الحاسوب"، مفهوم الحاسوب الآلي، وصمم أول حاسوب ميكانيكي يمكن برمجته في سنة 1822. إلا أن تصميمه لم يكتمل حينها بسبب الافتقار إلى التمويل وأسباب أخرى.

الشابكة (الإنترنت)

الشابكة (الإنترنت) internet هي شبكة اتصال إلكترونية تصل بين ملايين الحاسبات، وتشارك عالمياً بالمعلومات. تُعرَف الشابكة أيضاً بأنها أم جميع الشبكات. وقد بدأت خدمات الشابكة في ثمانينيات القرن الماضي، ثم اتسعت عالمياً في التسعينيات. وكانت بداية الإنترنت طريفة إلى حد ما، ففي سنة 1957 أطلق الاتحاد السوفييتي أول قمر صنعي من صنع الإنسان هو "سبوتنيك" Sputnik، وكانت الولايات المتحدة أحد أكبر منافسي الاتحاد السوفييتي، فقررت أنه من الضروري أن تكون متقدمة تكنولوجياً على باقي الدول، واستجابت لذلك بتأسيس وكالة مشاريع البحوث المتقدمة Advanced Research Projects Agency (ARPA) سنة 1958. وفي سنة 1965 بدأت وكالة البحوث تصل بين الحاسبات عبر شبكة تدعى أربانِت ARPANET، وفي سنة 1980 كان يوجد أكثر من 200 موقع يمكن للمستخدمين أن يتصلوا بهم. وأخيراً في سنة 1982 ومع وضع بروتوكول اللغة الشائعة common language protocol اتصلت أربانت بالحاسبات ومكنتهم من الاتصال ببعضهم بعضاً.

الشبكة العالمية

الشبكة العالمية World Wide Web (WWW) هي نظام اتصال نصي ومقدرات إعلامية تجعل الإنترنت متاحةً للجميع. وتساعد الشبكة العالمية مستخدمي الحاسوب على رؤية ومشاركة واستعمال مختلف المعلومات. وقد اخترع الشبكة العالمية العالم البريطاني السير تيموثي جون بيرنرز لي Timothy John Berners-Lee في سنة 1989. وقد صُمِّمت الشبكة في سيرن CERN، وهو أكبر مختبر عالمي لفيزياء الجسيمات، ويقع إلى الشمال الغربي من مدينة جنيف السويسرية. ولكي يتبادل المعلومات مع علماء الفيزياء حول العالم وضع لي لغة الحاسبات الأساسية وسماها لغة النص الفائق (HTML Hyper Text Mark-up Language)، وشكل أدوات بحث مواقع عالمية لتحدد موقع كل صفحة من صفحات الشبكة.



تصل الشابكة العالم بأسره عبر شبكتها العالمية.



معالجات صغرية مختلفة

المعالِجات الصُّغرية

المعالج الصغري microprocessor هو دارة مكونة من الترانزيستورات والعناصر الكهربائية وهي تشكل وحدة المعالجة المركزية في جهاز الحاسوب. وهي رقاقة من السيليكون silicon chip تقرأ وتتذكر وتعالج وتنجز تعليمات البرامج من مصدر ذاكرة آخر. بمعنى آخر، المعالج الصغري هو دماغ وقلب الحاسوب.

أول معالج صغري

اخترعت شركة إنتل أول معالج صغري وحيد الرقاقة إنتل Intel 4004 4004 في سنة 1971، ووضع ثلاثة من مهندسي إنتل، وهم: تِد هوف، وفدريكو فاغين، وستان ميزر، جميع أقسام الحاسوب بما في ذلك وحدة المعالجة المركزية والذاكرة وضوابط المخرجات على رقاقة صغيرة. وكان عرض الرقاقة 3 مم، وطولها 4مم، وكانت تتألف من 2300 ترانزيستور (من أشباه نواقل أكسيدات المعادن). وقد أعطت إنتل 4004 القدرة الحاسوبية نفسها التي أعطاها الحاسوب الإلكتروني إينياك ENIAC الذي كان يملأ غرفة كاملة. وتستخدم الحاسبات الصغرية في الحاسوب الصغري، وفي الأسلحة العسكرية والوسائل المنزلية.



عناصر المعالج الصغري

- يتألف المعالج الصغري من وحدات متعددة الوظائف: الوحدة المنطقية الرياضياتية، ووحدة التحكم، وعتاد التواصل مع الذاكرة، وبرنامج التحكم بالقطع والذاكرة السريعة.
- تنجز الوحدة المنطقية الرياضية arithmetic logic unit (ALU) العمليات الأساسية كالحسابات الرياضياتية والمقارنات والمنطقيات الرمزية.
- ينجز نظام التحكم control unit وظيفة الوحدات الأخرى، فهو يجمع المعلومات من الرقاقة المفتوحة، ويختزنها، ويفك رموزها، ثم ينفذها.
- يساعد عتاد التواصل مع الذاكرة memory interface بأن يحافظ المعالج الصغري على طريقتي تواصل مع الذاكرة شبه الناقلة التي تختزن المعلومات والبرامج.
- برنامج التحكم بالقَطع interruption controller يمكِّن المعالج الصغري من إعطاء الأولويات والمعالجة الانتقائية للقطع الحاصل من البيئة الخارجية.
- الذاكرة السريعة internal cache هي رقاقة مفتوحة تختزن المعلومات المستخدمة مؤخراً وسلاسل التعليمات التي يمكن أن يعاد استخدامها في المستقبل القريب.

تتصل المعالجات الصغرية المختلفة ببعضها باستخدام لوحة دارة مطبوعة.

المعالج الصغري الحديث

تعد الرقاقة اللُّبية i7 أكثر المعالجات الصغرية المتقدمة حالياً، وقد صممتها شركة إنتل سنة 2008. وهي تضم حجماً ممتازاً من الذاكرة السريعة، وترددات أعلى؛ مما يجعلها تقوم بأفضل إنجاز لأصعب المهام. وهي تسرِّع عمل المعالج، وتحسِّن أداءه بشكل تلقائي. وتساعد معالجتها ذات الطرق الأربعة أو الطرق الثمانية المتعددة المهام في تنفيذ أعمال أكثر ضمن فترة زمنية أقصر.

الاستخدامات

- استخدمت المعالجات الصغرية الأولى كآلات حاسبة calculators، وقد استخدمت الحساب العشري decimal arithmetic المرمَّز ثنائياً binary coded ضمن كلمات تتألف كل منها من 4 أرقام ثنائية (بِتات) bits.
- ثم استخدمت المعالجات الصغرية ذات الأربع والثماني أرقام ثنائية في مختلف أنواع الأداء التلقائي كالطرفيات (محطات تلقي أو إرسال البيانات) terminals والطابعات printers.
- ثم انخرطت المعالجات الصغرية ذات الاثني عشر رقماً ثنائياً في الاستخدامات العسكرية.
- واستخدمت أخيراً المعالجات الصغرية ذات 16 و32 و64 رقماً ثنائياً في الأغراض العامة، حيث دخلت في الحاسبات الصغرية micro computers والشخصية personal computers.
- تستخدم المعالجات الصغرية اليوم في الأسلحة العسكرية، والسيارات، وكاميرات الفيديو، والهواتف الخلوية، والكاميرات الرقمية، والحاسبات المحمولة، ومختلف أنواع الوسائل المنزلية كأفران الموجات الضغرية (المكروويف).



آلات حاسبة إلكترونية.

الاتصال عن بعد

تعرف طريقة الاتصال لنقل الإشارات عبر مسافات بعيدة بالاتصال عن بعد telecommunication. ويستخدم العصر الحديث الكهرباء كثيراً لغرض الاتصال عن بعد؛ فقد استبدل الدخان والإشارات البرقية وأعلام الإشارة التي كانت أدوات الاتصال عن بعد، بالاتصال بالموجات الصغرية والإنترنت والألياف البصرية. وقد انتشرت وسائل الاتصال البعدية هذه في القرن التاسع عشر عبر العالم، ووصلت القارات بكبالٍ ممتدة تحت الأراضي والمحيطات، وهي تستخدم أسلاكاً معدنية ناقلة. وقد أحدث الاتصال اللاسلكي الذي اخترعه غولييلمو ماركوني Gulielmo Marconi ثورةً في حقل الاتصالات اللاسلكية في العقد الأول من القرن العشرين.

تاريخ الاتصالات

كانت وسائل الاتصال البدائية تتألف من الدخان، وأعلام الاتصال، ودقات الطبول المرمّزة. ثم بدأت جذور الاتصالات الحديثة بالانتشار مع اختراع التلغراف على يد المهندس الفرنسي كلود شاب Claude Chappe.

التلغراف

المبرقة الأولى

أصبح التلغراف (أو الإبراق) telegraph في أواسط القرن التاسع عشر أعظم وسائل الاتصال. والتلغراف آلة ترسل إشارات على مسافات طويلة. وتمثل هذه الإشارات رسائل مكتوبة وأرقام وأحرف مرمزة. وقد ابتكر المخترع الأميركي صامويل مورس Samuel Morse أبجديته البرقية سنة 1835. وفي سنة 1865 تم تمديد 134.000 كم من الأسلاك الموصولة بالتلغراف. في هذا المرحلة وضع أول تصميم للهاتف.



إحدى القبائل تستخدم إشارات الدخان وسيلة للاتصالات عن بعد مع آخرين يفهمون هذه الإشارات.

الهاتف

لعل الهاتف (أو التلفون) telephone هو أشهر أشكال التواصل عن بعد. فقد اخترع ألكساندر غراهام بِل Alexander Graham Bell الهاتف سنة 1876. ويساعد الهاتف على التواصل الصوتي عبر مسافات طويلة، ويحول الكلام إلى إشارات، ويرسلها عبر أسلاك إلى مسافات بعيدة. وتتصل هذه الأيام ملايين الهواتف بشبكة اتصالات بعدية معقدة.



هاتف مبكر من القرن التاسع عشر.

هل تعلم؟

تبين دراسة قامت بها شركة هاتف وتلغراف أميركية أنه لكل مئة شخص في العالم تحدث 24.5 مخابرة.

المذياع

المذياع (أو الراديو) radio هو وسيلة ترسل وتستقبل الإشارات اللاسلكية. وتنتقل الموجات اللاسلكية في الهواء عبر ألوف الكيلومترات، وتنقل المعلومات والأصوات والموسيقى. ويمكن للمذياع أن يذيع البرامج الحية والمسجلة. وقد صنع المخترع الإيطالي غوليلمو ماركوني آلةً يمكنها أن ترسل وتستقبل الموجات اللاسلكية. وفي سنة 1906 أذاع المخترع الكندي ريجينالد فيسندن Reginald Fessenden أول برنامج إذاعي يحوي أصواتاً بشرية وموسيقى عبر المذياع، ثم أصبح المذياع في العشرينيات المصدر الرئيس للترفيه العائلي. وأُنشأت الكثير من المحطات الإذاعية التي بدأت ببث الموسيقا والأخبار والبرامج الأخرى للعموم على الهواء.



فتاة تستمع إلى مذياع قديم.

التلفاز

يبث التلفاز (أو الرائي أو التلفزيون) television صوراً متحركة وأصواتاً. وبث المخترع الإسكتلندي جون لوجي بيرد John Logie Baird أول صور تلفزيونية في 2 تشرين الأول 1925. ثم ابتكر المخترع الأميركي فايلو تيلور فارنزوورث philo Taylor Farnsworth التلفاز الإلكتروني سنة 1927. واشتهر فارنزوورث لاحقاً كـ"أب للتلفاز". تسجل محطات التلفاز الصور والأصوات وتحولها إلى موجات لاسلكية. وتحوي أجهزة التلفاز هوائيات تستقبل هذه الموجات اللاسلكية، ثم تحولها من جديد إلى صور متحركة وأصوات في جهاز التلفاز. وقد بدأت هيئة الإذاعة البريطانية BBC بثها المنتظم سنة 1930.

الحاسوب

الحاسوب وسيلة إلكترونية تعالج المعلومات، وتتحكم بها. وهو من أهم التطورات التي طرأت على مجال الاتصالات. وقد صمم كونراد زوس أول حاسوب عملي سنة 1941، ثم اخترع الحاسوب المعتمد على التخزين المغناطيسي سنة 1955. وقد صُممت الحاسبات الرقمية الإلكترونية الأولى في أربعينيات القرن الماضي. ويشتهر جورج ستيبيتس George Stibitz عالمياً بأنه (أب للحاسوب الرقمي). هذا ويتم استبدال الأشكال التقنية المعروفة للاتصالات عن بعد تدريجياً بخدمات الاتصال عن بعد المعتمدة على الحاسوب.

(الشابكة)

(الشابكة) هي شبكة الحاسوب الإلكترونية التي تصل ملايين الحاسبات ببعضها في العالم. وقد بدأ مهندسو البحوث عبر الولايات المتحدة سنة 1970 يصلون حاسباتهم بتكنولوجيا الاتصال البعدي. وأصبحت الاتصالات البعدية المعتمدة على الحاسوب بما يشمله من نقل للصوت والبريد الإلكتروني والمحادثات على الشبكة ذات شعبية كبيرة في العالم عبر (الشابكة) وشبكة الاتصالات العالمية. فهي من أسرع طرائق التواصل وأكثرها فاعلية.



محطة قدرة نووية

الطاقة النووية

الطاقة النووية nuclear energy هي مصدر طاقة متجدد. وهي تصنع من مواد مشعة في الطبيعة كاليورانيوم uranium الذي يستخرج من الصخور. والطاقة النووية هي الطاقة التي يحررها انشطار أو التحام نوى الذرات على شكل حرارة وضوء ونواتج أخرى. ويمكن استخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء.

إنتاج الطاقة النووية

يمكن أن يكون حدوث الطاقة النووية طبيعياً أو من صنع الإنسان؛ حيث تطلق الشمس والنجوم الأخرى طاقة على شكل ضوء وحرارة، وهذه الطاقة هي طاقة نووية طبيعية. أما الطاقة النووية التي يصنعها الإنسان فهي الطاقة المتحررة أثناء التفاعلات النووية التي تحدث بمساعدة أجهزة كالمفاعلات النووية nuclear reactors. كذلك فإن الطاقة الناتجة عن انفجار القنابل الذرية atomic bombs والهدروجينية hydrogen bombs هي أشكال من الطاقة النووية التي هي من طرائق إنتاج الطاقة النووية.

طرائق إنتاج الطاقة النووية

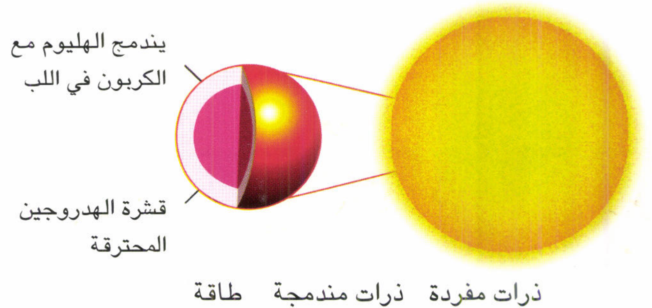
يمكن إنتاج الطاقة النووية بطريقتين مختلفتين هما: الانشطار النووي، والاندماج النووي.

أ ـ الانشطار النووي

الانشطار النووي nuclear fission هو طريقة تقسم فيها نوى كبيرة لإنتاج الطاقة. وحين تنقسم نوى الذرات فإنها تصدر كمية هائلة من الطاقة النووية. وتعمل القنبلة الذرية والمفاعلات النووية بطريقة الانشطار. ويستخدم عنصر اليورانيوم على نطاق واسع كوقود لإنتاج الطاقة بواسطة الانشطار النووي.

الاندماج النووي

الاندماج (أو الانصهار) النووي nuclear fusion هو طريقة تنضم فيها نوى صغيرة إلى بعضها لتنتج طاقة. وحين تلتحم نوى الذرات مع بعضها في ظروف حرارية عالية فإنها تطلق كمية هائلة من الطاقة النووية؛ مما يؤدي إلى انفجار هائل. وتطلق الشمس والنجوم الأخرى حرارة وضوءاً نتيجة للاندماج النووي. كما أن أعظم الأسلحة التي صنعها الإنسان وأكثرها تدميراً، وهي القنبلة الهدروجينية، تعمل على مبدأ الاندماج النووي.

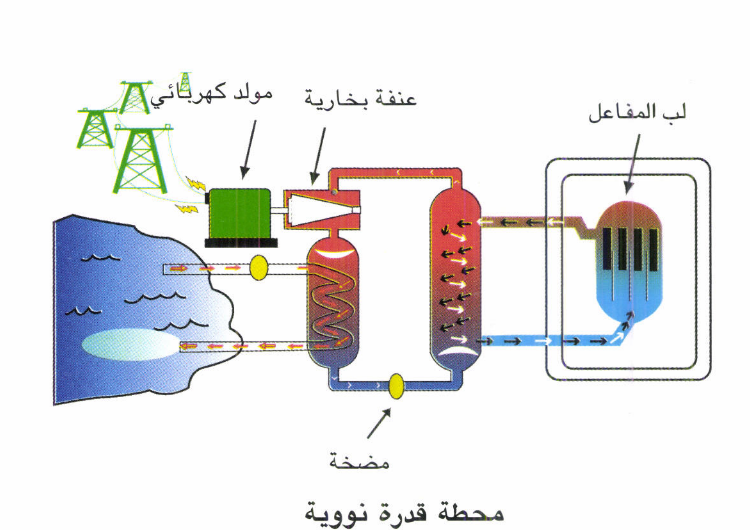




رسم يبين الاندماج النووي في النجوم.

فوائد الطاقة النووية

- الطاقة النووية هي أحد مصادر الطاقة المتجددة، لذا فإنها قادرة على إنتاج الكهرباء حتى بعد أن ينتهي الفحم والبترول.
- تستهلك محطات القدرة النووية وقوداً أقل مقارنةً بطرائق إنتاج الطاقة الأخرى؛ فكمية طن واحد من اليورانيوم يمكنها أن تنتج ما يعادل إنتاج ملايين البراميل من النفط أو عدة ملايين الأطنان من الفحم.
- كميات تلوث البيئة الناتجة عن محطات القدرة النووية أقل بالمقارنة مع الطرائق الأخرى كالفحم وحرق النباتات التي تلوث البيئة أكثر.



محطة قدرة نووية



يمكن للانفجار النووي أن يتسبب في الكثير من الضرر والخسارة.

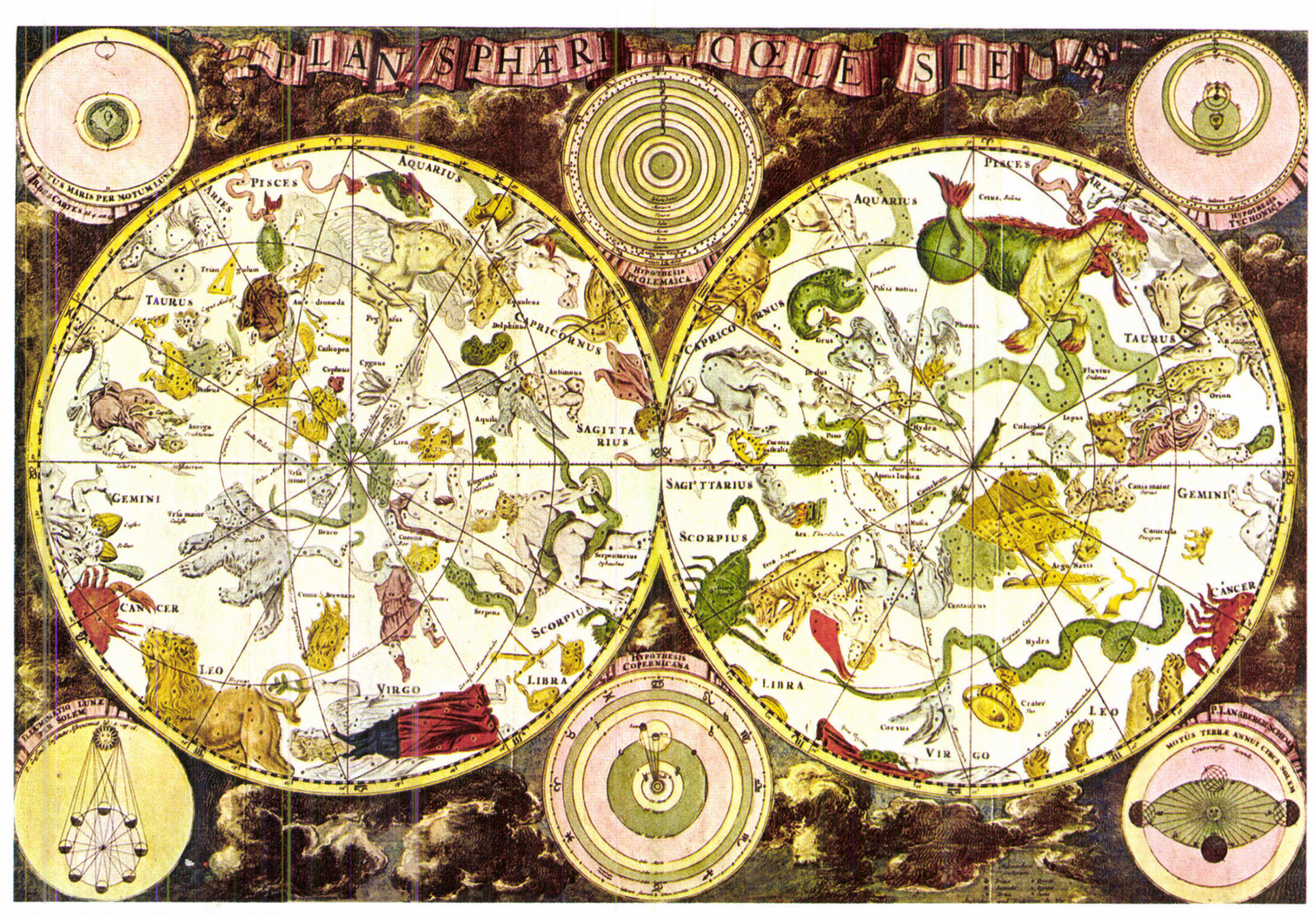
مضار الطاقة النووية

- يعد إنتاج الأسلحة النووية مهدداً لحياة الإنسان على الأرض؛ إذ إن القنابل النووية يمكن أن تنهي كل شكل من أشكال الحياة.
- يمكن أن تحدث كوارث - كالانصهار - أثناء تفاعل الانشطار النووي؛ مما يؤدي إلى انفجار كبير، وإطلاق كمية كبيرة من الإشعاع. وتحدث مثل هذه الكوارث حين تفقد السيطرة على التفاعل. ومن أمثلة كوارث المفاعلات انفجار المفاعل النووي في جزيرة ثري مايل Three Mile Island بالقرب من هاريسبورغ في ولاية بنسلفانيا الأمريكية سنة 1979، وكارثة محطة تشرنوبيل Chernobyl للقدرة النووية في روسيا سنة 1986.
- النفايات النووية خطرة جداً؛ لأنها تطلق إشعاعات ضارة يمكن أن تؤدي إلى وفاة الناس القريبين منها.
- للمفاعلات النووية عمر زمني محدد حيث يمكن استخدامها لأربعين أو خمسين عاماً فقط.



علم الكون-1

علم الكون (أو الكوزمولوجيا) **cosmology** هو الدراسة العلمية للكون. واشتقت كلمة "كوزمولوجيا" من اليونانية القديمة حيث "كوزموس" **cosmos** تعني "الكون" و"لوغوس" **logos** تعني "دراسة". ويدرس علماء الفضاء أصل الكون وتطوره وشكله وحجمه، وما سيؤول إليه.



خريطة للسماء من القرن السابع عشر.

تاريخ علم الكون

تعود أول دراسات الكون إلى حوالي 1900–1200 ق م وكان يعرف حينها بعلم الكون البابلي Babylonian cosmology. وبحسب علم الكون البابلي كانت الأرض والسماء كلاً فضائياً متكاملاً، بل حتى أن لهما شكلاً دائرياً، وكانا يدوران حول موقع الآلهة، وكانت هناك عدة طبقات من السماء والأرض.

ويعود علم الفضاء في الهند إلى حوالي 1500–1200 ق م حيث اعتقد عالم الكون الهندي براهماندا Brahmanda أن الكون توسع من شكل مكثف يدعى بيندو Bindu، وأنه من صنع الإله الهندي براهما Brahma. ويعتقد أن عمر الكون يبلغ حوالي 311 تريليون و40 مليار عام، وأنه يستمر في دورته من الولادة إلى الموت إلى البعث من جديد.

وتداوم هذه النظريات المتعلقة بأصل وتطور الكون في الظهور، وما زال علماء الكون مشغولين في البحث فيها.

فروع علم الكون

يدعى فرع الفيزياء الذي يدرس طبيعة الكون وأصله وتطوره بعلم الكون الفيزيائي physical cosmology. وكانت الميكانيكا السمائية celestial mechanics تعد دراسة للسموات في أشكالها الأولى. وقد اشتهر الفلاسفة مثل أرسطخرس من ساموس Aristarchus of Samos، وأرسطو Aristotle وبطليموس Ptolemy بصياغتهم لنظريات كونية مختلفة، حتى قدوم العلماء والفلاسفة الحديثون مثل نيكولا كوبرنيكوس Nicolaus Copernicus، ويوهان كبلر Johannes Kepler وغاليليو غاليلي Galileo Galilei، وطرحوا نظرية مركزية الشمس في الكون heliocentric theory of the universe.

علم الكون الغيبي

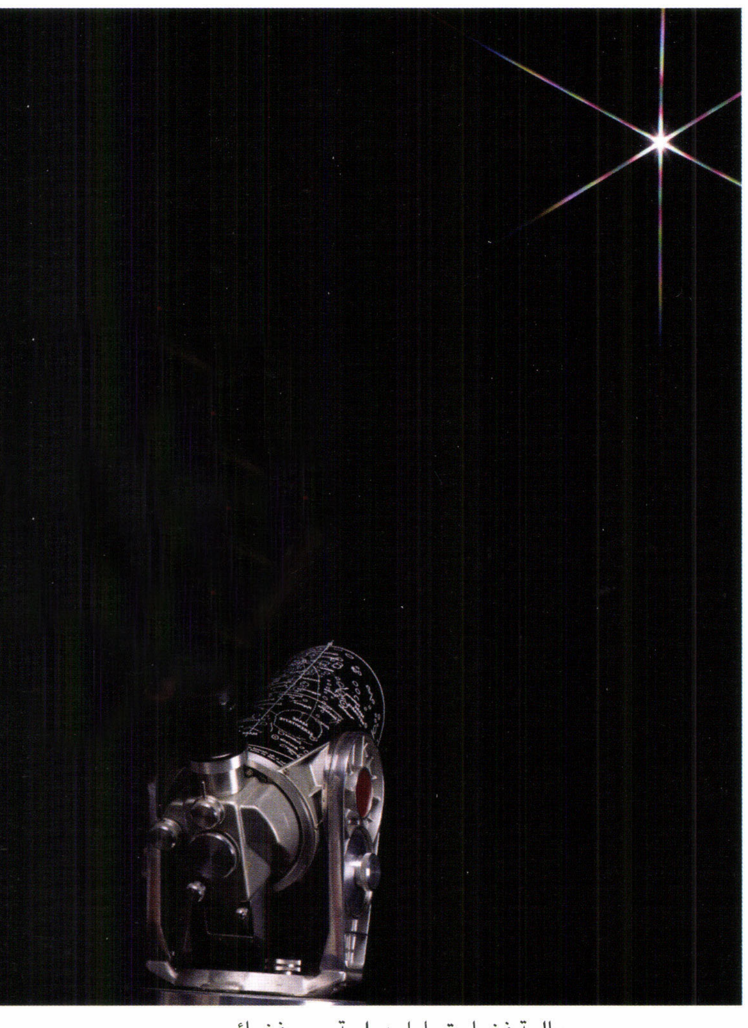
يتحدث علم الكون الغيبي metaphysical cosmology عن العالم من حيث كلية الفضاء والزمن والظواهر. وقد كان علم الكون الغيبي شائعاً عند الشعوب القديمة. ولكنه حديثاً بدأ يشكل أسئلة عن الكون بعيدة عن مجال العلم؛ حيث تشكل الأسئلة حول غرض وأسباب ومكونات الكون جزءاً من علم الكون الغيبي.

نظرية الانفجار العظيم

توجد عدة نظريات لشرح مَولِد الكون، وأكثر هذه النظريات شهرةً وإقناعاً هي نظرية الانفجار العظيم Big Bang theory. فوفقاً لهذه النظرية خلق الكون أثناء انفجار كوني حدث قبل 10-20 مليار سنة. أما ما قبل الانفجار الكوني فقد كانت كل المادة متركزة على شكل غيمة كثيفة من الغازات. ثم أدى الانفجار إلى بعثرتها، وهي ما زالت تتوسع مع الزمن.

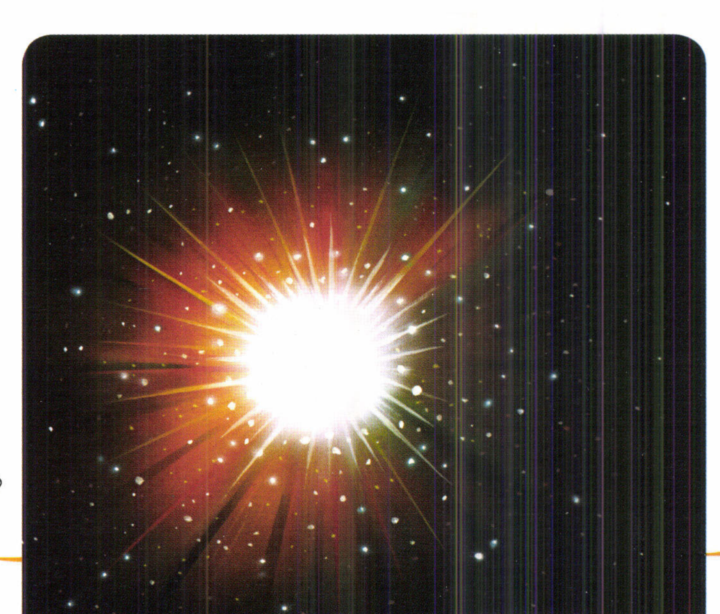
نظرية حالة الاستقرار

اقترح كل من فريد هويل وهرمان بوندي وتوماس غولد نظرية حالة الاستقرار Steady state theory في سنة 1948. وهي نظرية بديلة لتفسير منشأ العالم. تنص هذه النظرية على أن الكون في توسع، إلا أنه لا يغير من شكله مع الزمن.



عالمة فضاء تحاول دراسة جرم فضائي.





رسم تمثيلي للانفجار العظيم.

يستطيع الثقب الأسود أن يبتلع نجماً.

علم الكون-2

منحني (الزمكان)

تصف النظرية النسبية العامة general theory of relativity التي وضعها ألبرت آينشتاين Albert Einstein كيف تصنع المادة والطاقة منحني (زمكاني) space-time curve. فبحسب النظرية يمكن لشكل الكون أن يكون منحنياً كسطح السرج أو سطح الكرة، ولكن الملاحظات تشير إلى أنه يقع بين هذين المستويين، وأقرب إلى التسطح.

وتقول نظرية أخرى أنه عند ذلك الجزء من الثانية حين نشأ الكون في البداية فإن توسع الفضاء قد حدث بسرعة مفاجئة، بحيث أطاح بكل ما صادفه من انحناءات أصلية. وتعرف هذه النظرية بنظرية الانتفاخ theory of inflation.

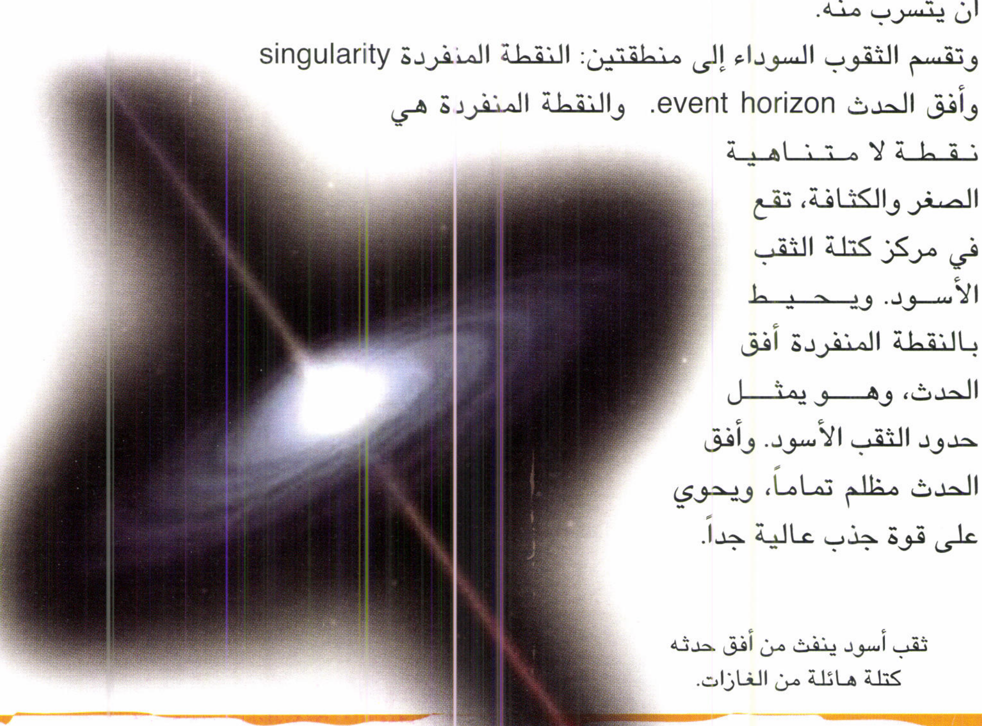
ثم هناك نظرية النبض pulsating theory التي تعتقد بأن الكون يتمدد ويتقلص بالتناوب. وتؤكد الملاحظات الأخيرة هذه الأيام أن منشأ الكون هو رقعة دقيقة من كرة نارية أصلية.

الثقب الأسود

الثقب الأسود black hole هو بقعة داكنة كثيفة من الفراغ ذات جاذبية عظيمة. ويعتقد العلماء بوجود ثقب أسود هائل في منتصف كل مجرة. وقد تشكلت الثقوب السوداء حين تفتت نجم سوبرنوفا Supernova الهائل مشكّلاً نجوماً كبيرة (تبلغ كتلة كل منها حوالي 10–15 ضعف كتلة الشمس)، وأن هذه النجوم تتقلص بسبب جاذبيتها.

وتبدو الثقوب السوداء مظلمة؛ لأن مجال جاذبيتها قوي جداً إلى حد أن الضوء لا يمكن أن يتسرب منه.

وتقسم الثقوب السوداء إلى منطقتين: النقطة المنفردة singularity وأفق الحدث event horizon. والنقطة المنفردة هي نقطة لا متناهية الصغر والكثافة، تقع في مركز كتلة الثقب الأسود. ويحيط بالنقطة المنفردة أفق الحدث، وهو يمثل حدود الثقب الأسود. وأفق الحدث مظلم تماماً، ويحوي على قوة جذب عالية جداً.



ثقب أسود ينفث من أفق حدثه كتلة هائلة من الغازات.

المادة المظلمة

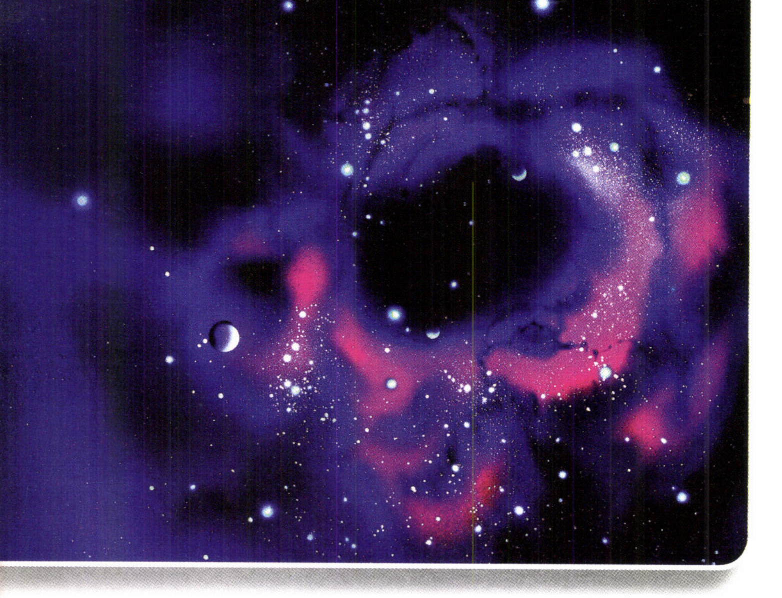
نشأت المادة المظلمة dark matter من المجرات التي تدور بسرعة كبيرة بحيث لا يمكنها التماسك ما لم توجد قوى جاذبية إضافية، ويوجد في المادة المظلمة ما يكفي من الجاذبية لتشكيل بنية الكون المرئية لنا. ويعتقد بأن المادة المظلمة دخيلة وقد تكونت أثناء اللحظات الحارة الأولى للانفجار العظيم. كما يعتقد أن المادة المظلمة تتألف من جسيمات كالجسيمات الهائلة الضئيلة التفاعل weakly interacting massive particles (WIMPs)، والجسيمات الافتراضية الخفيفة دون الذرية axions، والثقوب السوداء البدائية primordial black holes.

الطاقة المظلمة

عرِّفت الطاقة المظلمة dark energy بأنها القوة النابذة أو المضادة للجاذبية antigravity التي تسيطر على العالم. ويمكن تصورها كمجال طاقة متبدل كثابت جوهري أو كوني (أو طاقة فراغية vacuum energy)، والتي يمكن أن تكون قد نشأت من الخواص الغريبة للنيوترينو، أو أنها يمكن أن تكون تبدلاً آخر للجاذبية.

وضع القمر الصنعي وامب WAMP صورة مثالية للكون تحدد عمره بحوالي 13.7 مليار عام، ويحوي على 4٪ من المادة العادية، و22٪ مادة مظلمة، و74٪ طاقة مظلمة. وتتنبأ نظرية الكم أن كثافة الطاقة المظلمة أقل من الطاقة الفراغية. ويمكن تسمية ذلك بالتعديل الكوني حيث حدث مع لتشكيل النجوم في قيم أعلى مما أدى ببعض علماء الكون إلى تبني المبدأ شبه البشري بأن للكون خواص ملائمة للحياة، ولولا ذلك لما كان بإمكاننا أن نراقبه.

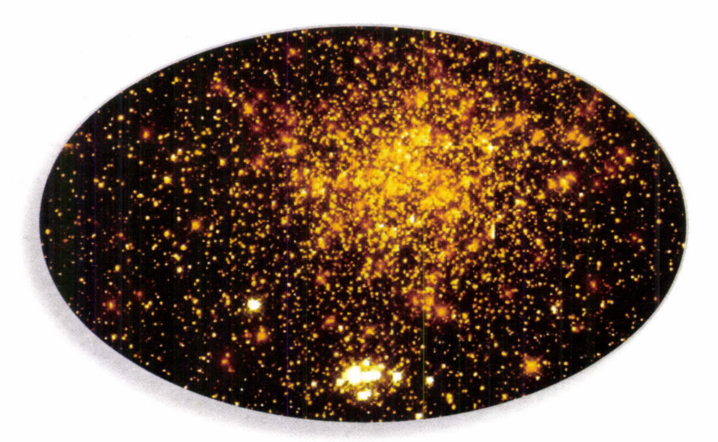
القمر الصنعي (وامب) مغادراً الأرض و القمر.



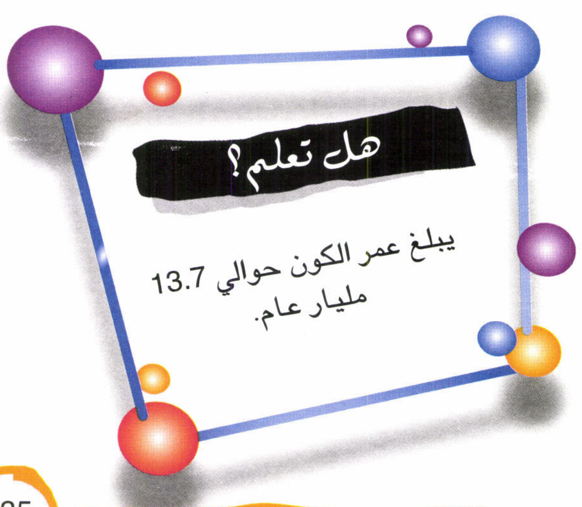
تنتشر سحب الغازات كثيراً في المجرات.

توسع الكون

بحسب قانون هابل فإن الكون يتوسع، وهو يتوسع بعيداً عنا بحيث ترى كل مجرة المجرات الأخرى، وهي تبتعد عنها. ولكن بحسب قانون هابل Hubble law لا يوجد مركز للكون. وإن اكتشاف علاقة الإزاحة نحو الأحمر red-shift (التي تعرف بأنها توسع طول موجات المجرات البعيدة التي أجبرتها على الانزياح نحو الطرف الأحمر من الطيف) يمكن تفسيرها على أنها إحدى علائم توسع الكون.



حشد من النجوم



قوانين الفيزياء-1

تُعرَّف قوانين الفيزياء **laws of physics** بأنها مجموعة من الحقائق العالمية الثابتة، وهي تصف كيفية تغير وتطور العالم الفيزيائي. وقد وضعت بعض أهم القوانين الفيزيائية على أيدي نيوتن وآينشتاين وأرخميدس والكثيرين غيرهم.

قوانين نيوتن في الحركة

تشرح قوانين الحركة الثلاث three laws of motion التي وضعها إسحق نيوتن القواعد الأساسية لكيفية تبدل جسم فيزيائي. وينص قانون الحركة الأول على أن أي جسم في حالة السكون سيبقى في حالة السكون ما لم تطبق عليه قوة غير متوازنة من مصدر ما. كما أن أي جسم في حالة الحركة سيبقى متحركاً في السرعة نفسها، وفي الاتجاه نفسه، ما لم تطبق عليه قوة غير متوازنة.

وينص القانون الثاني للحركة بأن التسارع يحدث حين تطبق قوة على جسم ما ذي كتلة معينة، وكلما كانت كتلة الجسم أكبر احتجنا إلى قوة أكبر لتسريعه.

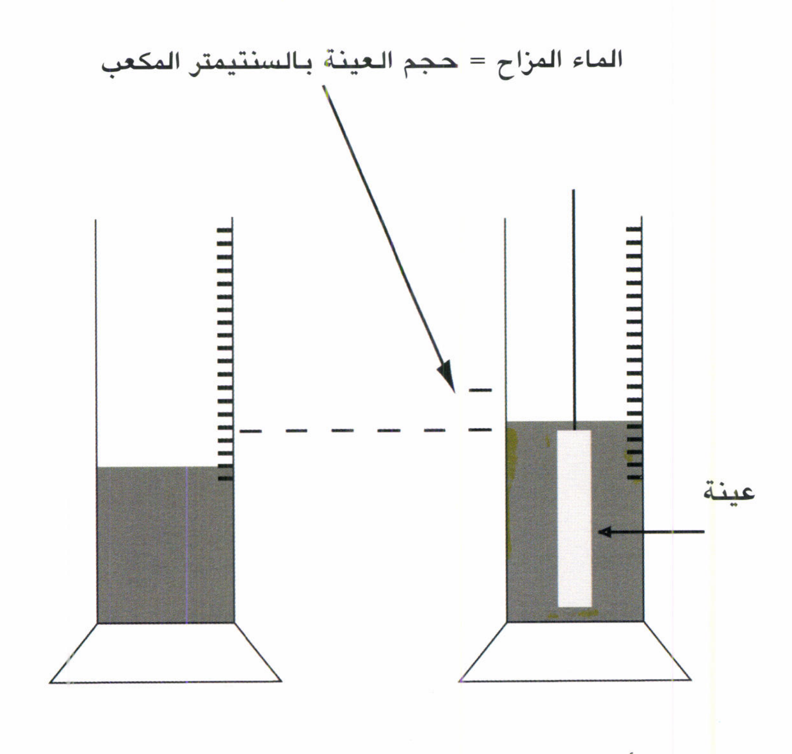
وينص القانون الثالث للحركة ببساطة أنه لكل فعل رد فعل معاكس ومساوٍ له في المقدار.

قانون حفظ الكتلة

ينص قانون حفظ الكتلة the law of conservation of mass على أن كتلة جسم أو مادة ما تبقى ثابتة. وأن المادة لا يمكن أن تصنع أو تدمر إلى العدم. ولكن يمكن إعادة تنظيم المادة وتبديلها إلى أشكال أخرى. وصاغ أنطوان لافوازييه Antoine Lavoisier هذا القانون لأول مرة سنة 1789.

مبدأ أرخميدس

ينص مبدأ أرخميدس Archimedes' principle أنه حين يغمر جسم ما جزئياً أو كلياً في مائع (سائل أو غاز) فإنه يواجه قوة دافعة نحو الأعلى (قوة الطفو buoyant force) تساوي وزن المائع المزاح. ويطبق هذا المبدأ على الأجسام من جميع الكثافات. ويغرق جسم إذا كانت كثافته أعلى من وزن المائع، ويطفو جسم إذا كانت كثافته أقل من وزن المائع. أما حين تكون كثافة جسم مساوية لوزن المائع فهو لن يتعرض للغرق ولا للطفو.



أسطوانة مرقمة بالمليليترات 1 م ل = 1 سم

قانون نيوتن في الجاذبية

أهم ما يفيدنا به قانون نيوتن في الجاذبية Newton's law of gravity هو أن كل كتلة في العالم تجذب الكتلة الأخرى. وقد وضع العالم الإنكليزي إسحق نيوتن قانون الجاذبية العام، وأقر بأن كل جسم في العالم يبذل قوة من الجذب على الأجسام الأخرى. وتُعرف هذه القوة بقوة الجاذبية. وتزداد قوة الجاذبية مع زيادة كتلة الجسم، وتنقص مع نقص المسافة بين الجسمين. ويوجد اتجاه الجاذبية على طول الخط الواصل بين مركزي ثقل الجسمين.

$$F_g = \frac{GMm}{d^2}$$

قوانين الديناميات الحرارية

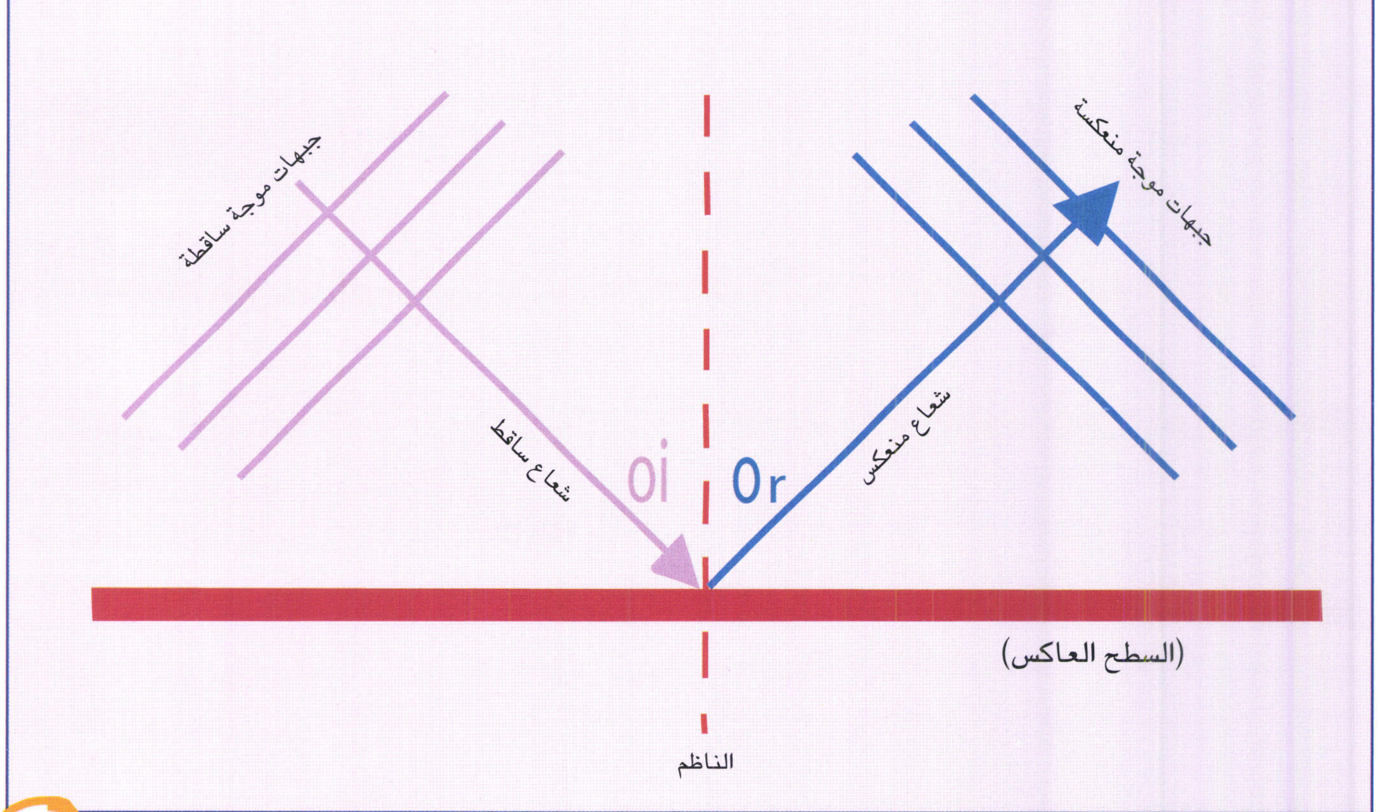
يوجد ثلاثة قوانين للديناميات الحرارية three laws of thermodynamics، حيث ينص القانون الأول للديناميات الحرارية على أن إجمالي الطاقة في العالم ثابتة. وينص القانون الثاني على أنه لا يمكن للحرارة أن تنتقل من جسم بارد إلى جسم حار. ويقول القانون الثالث على أن حركة الجزيئات تتوقف حين تصل درجة الحرارة إلى الصفر المطلق أو −273 درجة مئوية.

نظرية النسبية العامة

وضع آينشتاين نظرية النسبية العامة theory of general relativity التي تنص على أن: سرعة الضوء في الفراغ ثابتة، وأنه لا فرق في قياسها في مختلف أطر العطالة المرجعية، خلافاً لباقي أشكال الحركة.

قانون الانعكاس

ينص قانون الانعكاس law of reflection أن زاوية السقوط (الزاوية الحاصلة بين الشعاع الساقط والناظم المرسوم عمودياً على السطح) تساوي زاوية الانعكاس (وهي الزاوية الحاصلة بين الشعاع المنعكس والناظم). وتظهر المرايا صوراً واضحة لأن زاوية الانعكاس مساوية لزاوية السقوط.

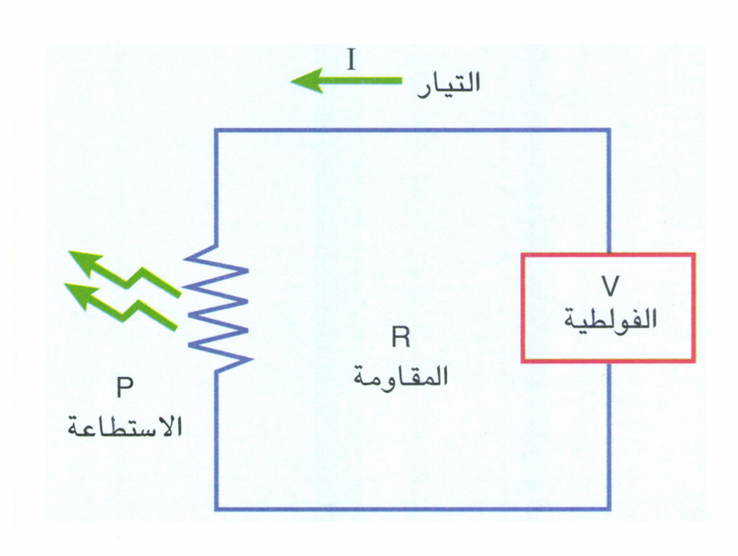


قوانين الفيزياء -2

قانون أوم

يحدد قانون أوم Ohm's law العلاقة بين القدرة p والفولطية E والتيار I والمقاومة R. وينص أنه لكي نمرر تياراً عبر مقاومة ما فيجب أن توجد فولطية عند تلك المقاومة. وبحسب هذا القانون، فإن التيار المار على ناقل بين نقطتين يتناسب عكساً مع المقاومة بينهما، وطرداً مع فرق الجهد أو الفولطية في النقطتين.

ويمكن كتابة قانون أوم كالتالي: I = V/R.

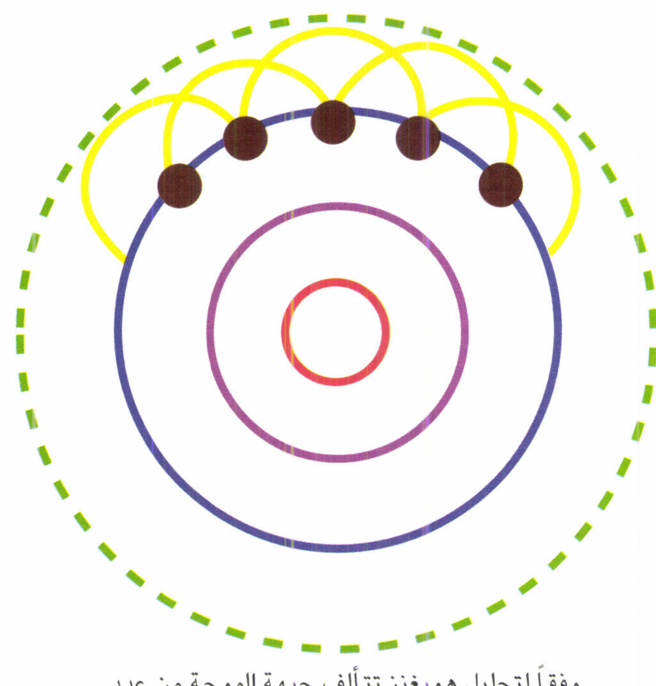


قانون أفوغادرو

ينص قانون أفوغادرو Avogadro's law على أن الأحجام المتساوية من غازات مختلفة تحوي عدداً متساوياً من الجزيئات في كل منها، ضمن ظروف متساوية من درجة الحرارة والضغط. وسمي عدد الجسيمات الموجود في جزيء غرامي mole من مادة بعدد أفوغادرو Avogadro's number وهو يساوي 6.02252×10^{23}، وينطبق هذا القانون على الغازات الحقيقية عند درجات الضغط المنخفضة ودرجات الحرارة العالية بشكل ملائم. ويصاغ القانون رياضياتياً كالتالي: V/n = k حيث V هي حجم الغاز، وn كمية المادة في الغاز، وk ثابت التناسب.

مبدأ هويغنز

طرح الفيزيائي الهولندي كريستيان هويغنز Christiaan Huygens مبدأه المعروف بمبدأ هويغنز 'Huygens principle حول نظرية الموجة بعد أن قام بتحليل حركة وطبيعة الموجات. وينص هذا المبدأ على أن أية نقطة في موجة يمكن عدها كنقطة البدء لمويجات جديدة ثانوية تمتد إلى جميع الاتجاهات، وتنتقل بسرعة مساوية لسرعة انتقال الموجات.



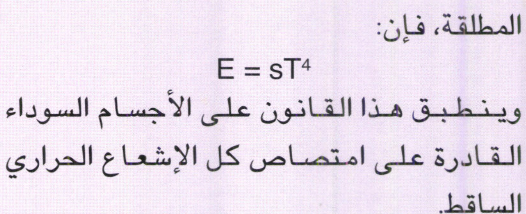
وفقاً لتحليل هويغنز تتألف جبهة الموجة من عدد لا حصر له من المويجات.

قانون غاليليو للأجسام الساقطة

اعتقد غاليليو أن سرعة سقوط جسم ما مستقلة عن وزنه، وأن تسارع الأجسام ثابت، وينص قانون سقوط القطع المكافئ the law of parabolic fall على أن المسافة التي يقطعها الجسم الساقط تتناسب مباشرةً مع مربع الزمن الذي يستغرقه السقوط. مثلاً الكرة التي تسقط خلال ثلاث ثوانٍ تنتقل تسعة أضعاف المسافة التي ينتقلها جسم يسقط خلال ثانية واحدة. وصاغ غاليليو المعادلة التالية لجسم يسقط ضمن تسارع منتظم: $d=\frac{gt^2}{2}$.

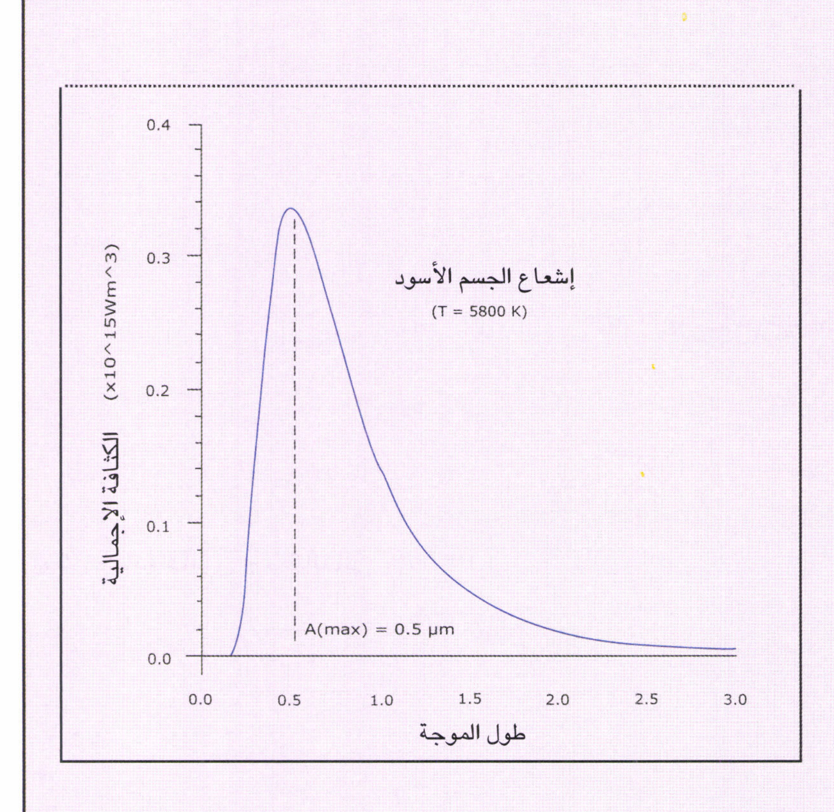
قانون ستيفان-بولتزمان

ويدعى أيضاً قانون ستيفان Stefan's law وهو يدرس العلاقة بين طاقة إشعاع جسم أسود ودرجة حرارته. وبحسب هذا القانون فإن الطاقة المشعّة من مساحة سطح جسم أسود في الوحدة الزمنية لسطح هذا الجسم تتناسب مع قدرة درجة حرارته الدينامية مرفوعة إلى أربعة. ويمكن القول تقنياً: إن إجمالي الطاقة الحرارية المشعة من وحدة مساحة السطح في ثانية زمنية واحدة تتناسب طرداً مع درجة حرارته المطلقة مرفوعة للقوة 4. ورياضياتياً إذا كانت E هي الطاقة المشعة من وحدة المساحة في الثانية، وT هي درجة الحرارة المطلقة، فإن:



$$E = sT^4$$

وينطبق هذا القانون على الأجسام السوداء القادرة على امتصاص كل الإشعاع الحراري الساقط.



نظرية بلانك في الكم

طرح الفيزيائي ماكس بلانك Max Planck في سنة 1900 نظريته في الكم quantum theory التي تفسِّر طبيعة وسلوك المادة والطاقة على المستوى الذري ودون الذري. وقد اكتشف سبب تحول لون الإشعاع الصادر عن جسم متوهج من اللون الأحمر إلى البرتقالي، وأخيراً إلى الأزرق، مع ارتفاع درجة حرارته.

مسار مغلق

I_1 I_2

ΔL

$B_{\perp}$

$\vec{B}$

قانون أمبير

يتعرض قانون أمبير Ampere's law للعلاقة بين التيار والمجال المغناطيسي. وقانون أمبير هو علاقة رياضياتية بين كمية المجال المغناطيسي حول مسار مختار عشوائياً، وإجمالي كمية التيار الكهربائي التي يحصرها المسار. وينص القانون على أن التكامل الخطي line integral للمسار المغلق يتناسب مع التيار الكهربائي الصافي الذي يحصره المسار.

فروع الفيزياء

يمكن الفصل بين فروع الفيزياء وتوزيعها على نوعين رئيسين هما: "الفيزياء النظرية" theoretical physics و"الفيزياء التجريبية" experimental physics. وحيث إن علم الفيزياء يضم كلًا من النظريات والاختبارات العملية فإن الفيزيائيين يمارسون كلا النوعين في أي حقل من حقول الفيزياء. وفيما يلي مختلف الفروع الفيزيائية.

فيزياء الصوتيات acoustic physics: وهي تدرس الصوت وتوليده وانتقاله واستقباله.

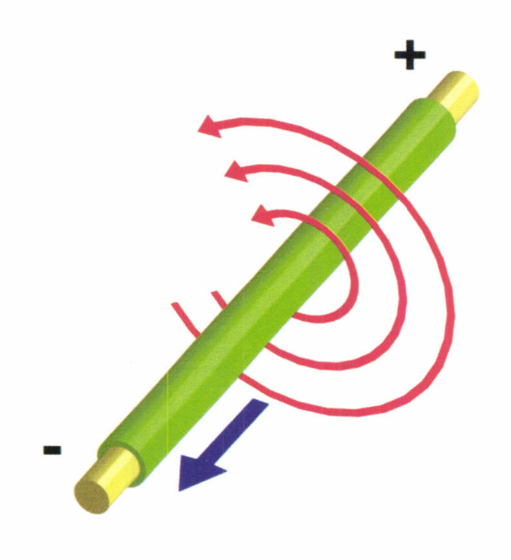
الفيزياء الفلكية astrophysics: وهي فرع الفيزياء الأكثر شمولًا من الفروع الأخرى، وهي تتعلق بدراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية للكون. وتفسِّر الفيزياء الفلكية جميع الظواهر التي تحدث في الكون.

الفيزياء الذرية والجزيئية atomic and molecular physics: وهي تتعلق بدراسة خواص المادة وبنية الذرات والجزيئات، وتفاعل الإلكترونات، والقوى التي تؤثر في نواة وإلكترونات الذرة.

علم الكون cosmology: وهي تدرس الكون من حيث نشوئه وتطوره وبنيته.

الديناميات dynamics: وهي دراسة سلوك المواد حين تقع تحت تأثير قوى خارجية.

الكهرباء electricity: وهي دراسة خواص وسلوك الشحنات الكهربائية، والمجالات التي تشكلها في محيطها.



الديناميات الكهربائية electrodynamics: ويدرس هذا الفرع من الفيزياء العلاقات بين الظواهر المغناطيسية والكهربائية والميكانيكية.

نظرية المجال field theory: وهي الدراسة التقليدية للمجالات من حيث التعرف على معادلات المجالات.

ميكانيكا الموائع fluid mechanics: وهي دراسة الحالة المائعة للمادة وسلوكها وخواصها كما تعرفها ميكانيكا الموائع.

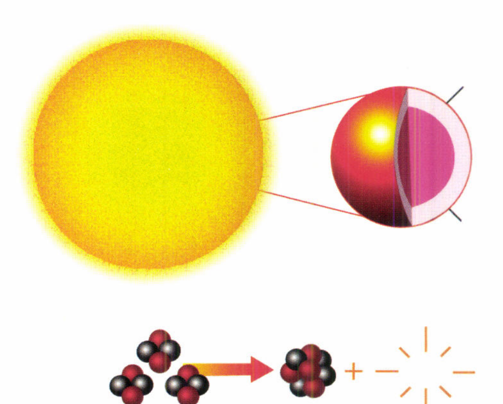


الفيزياء الأرضية geophysics: وهي فرع من الفيزياء يعنى بدراسة الأرض وبيئتها، ومختلف الحقول المتعلقة بها، كعلم الأرصاد meteorology، وعلم المحيطات oceanology، وعلم الزلازل seismology.

الهدروستاتيكا/الهدروديناميكا hydrostatics/hydrodynamics: وهي دراسة الخواص الميكانيكية للموائع والأجسام الصلبة المغمورة فيها في حالات التوازن السكوني equilibrium static.

الفيزياء النووية nuclear physics: تعنى هذه الدراسة بخواص وسلوك وبنية النوى الذرية.

البصريات optics: وهي دراسة الضوء والرؤية. وهي أيضاً تدرس الإشعاع الكهرطيسي وموجات البصريات الإلكترونية وبصريات النيوترون وغيرها.



فيزياء الجسيمات particle physics: وهي دراسة سلوك الجسيمات الأولية.

الفيزياء الكوكبية planetary physics: وهي دراسة منشأ وتطور الكواكب ومجموعاتها.

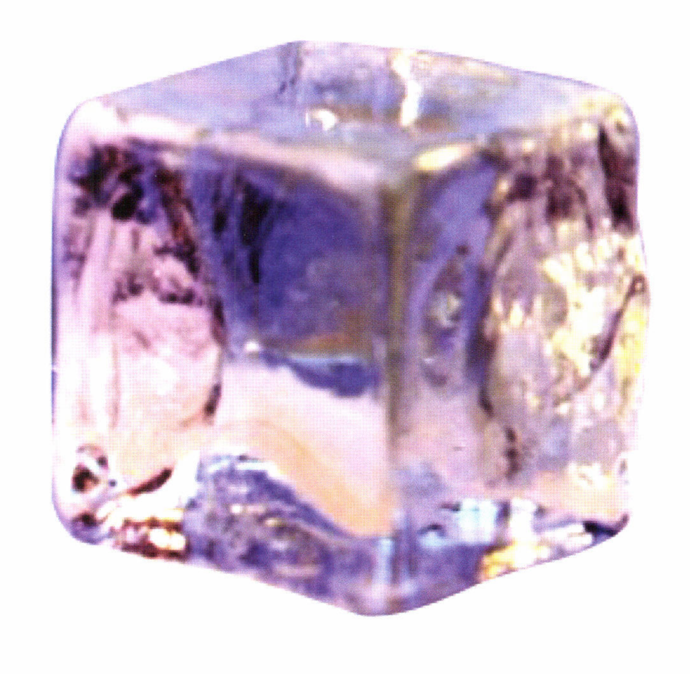
فيزياء البلازما plasma physics: وهي دراسة سلوك المادة في حالة البلازما.



ديناميات الكم الكهربائية quantum electrodynamics: وهي دراسة نظرية الإشعاع الكهرطيسي التي تتعلق بتفاعل الإشعاع بجسيمات مشحونة كهربائياً كالذرات والإلكتروناتها.

ميكانيكا الكم quantum mechanics: وهي النظرية التي تعرِّف الجسيمات المادية كموجات، والموجات كجسيمات.

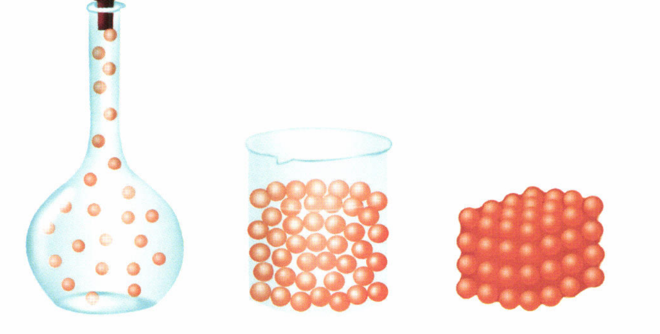
فيزياء المادة المكثفة condensed matter physics: وتعرف أيضاً بفيزياء الحالة الصلبة solid state physics، وهي تدرس سلوك المواد في حالاتها الصلبة.



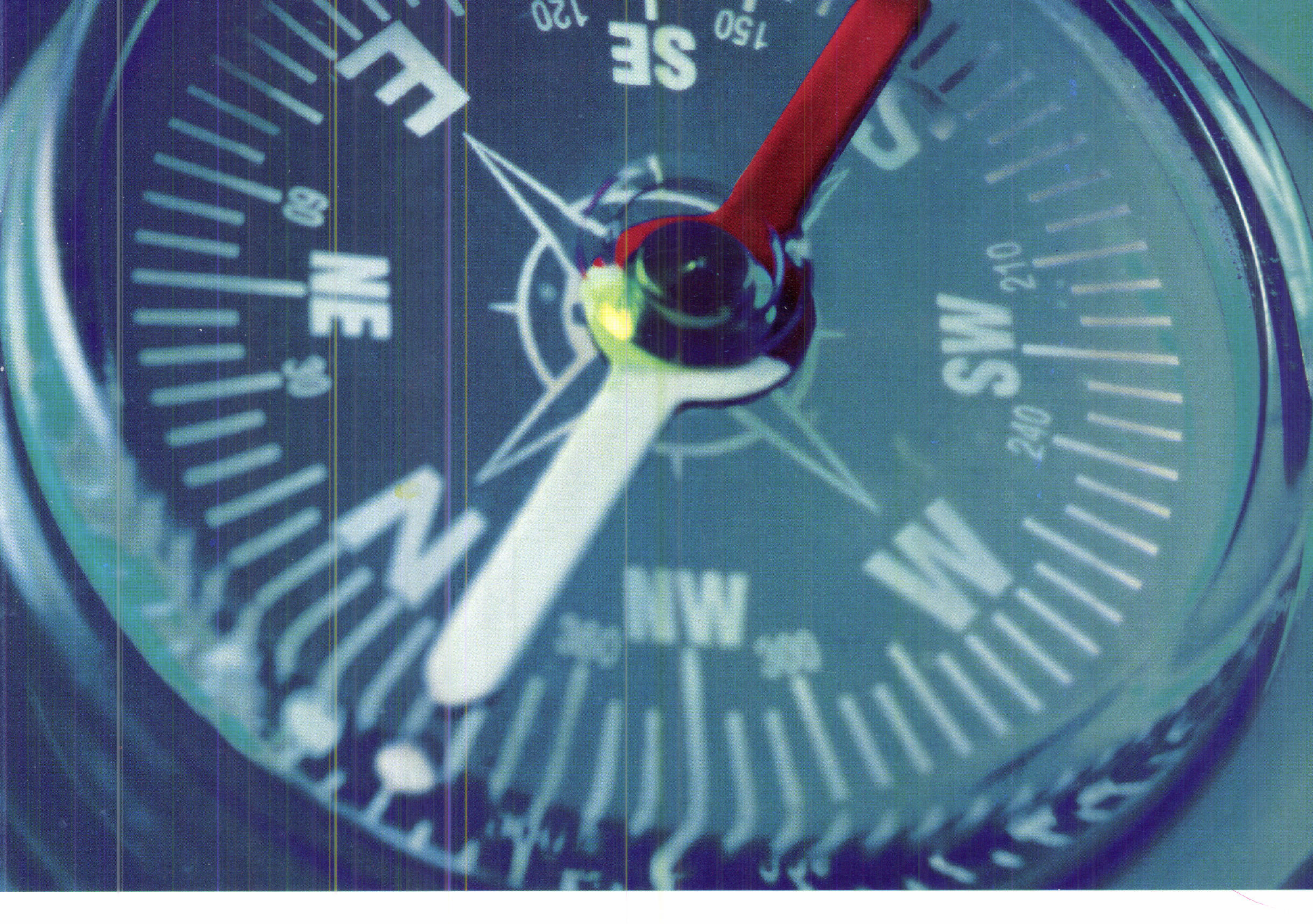
فيزياء الفضاء space physics: وتعنى هذه الدراسة بالظواهر المغناطيسية والكهربائية في الفضاء الخارجي. وهي تدرس الظواهر التي تحدث في طبقات الجو العليا للكواكب وعلى الشمس.

السكونيات statics: تعنى بدراسة توازن القوى الخارجية المؤثرة على المواد.

الفيزياء السطحية surface physics: وهي دراسة الظواهر الفيزيائية والكيميائية التي تحدث بين المواد الصلبة والأشكال الغازية أو السائلة لما حولها من أجسام.



الديناميات الحرارية thermodynamics: هي دراسة تحول الطاقة الحرارية للمادة إلى أشكال أخرى من الطاقة وخواصها الميكانيكية المختلفة.



وحدات القياس

يستخدم العلماء والفيزيائيون والرياضياتيون وغيرهم من الخبراء والمهندسون ومبرمجو الحاسوب وحدات قياس أثناء تعاملهم مع الأشياء في العالم الواقعي. ويستخدم النظام العالمي للمقاييس **SI** النظام المتري **metric system** على نطاق واسع، لاسيما من قبل العلماء والفيزيائيين في قياساتهم اليومية. وفيما يلي قائمة بمختلف الوحدات المستخدمة في عالم المقاييس والحسابات.

الاسم	اختصار الاسم	وحدة القياس
الطول	x, l (للمسافة)	المتر (m)
الكتلة	M,m (حين تستخدم مع القياس بالأمتار)	الكيلوغرام (kg)
الزمن	t	الثانية (s)
درجة الحرارة	T	الكلفن (K)
التيار الكهربائي	I	الأمبير (A)

الاسم	اختصار الاسم	وحدة القياس
التسارع	a	m/s^2 (م/ث^2)
الزاوية	Ø. e	راديان
المواسعة (السعة)	C	فاراد (F)، أو شحنة على الجهد C/V
الشحنة	E, q, Q (للجسيمات الأولية)	كولوم (C)، أو أمبير في الثانية A.s
الكثافة	p	كغ/م^3 (kg/m^3)
الانزياح	d, s (للمسافة)، أو h (للارتفاع)	متر (m)
المجال الكهربائي	E	فولط بالمتر V/m
الدفق الكهربائي	ϕ e	فولط في الأمتار V.m
القوة الدافعة الكهربائية (emf)	ξ, ε	فولط (V)
إلكترون فولط	eV	e.J
الطاقة	E (الإجمالية)، U (الكامنة)، K (الحركية)	الجول (J) أو $kg.m^2/s^2$
القصور الحراري	S	J/K
القوة	F	النيوتن (N)، أو $kg\ m/s^2$ أو J/m
التردد	f, v	الهرتز (Hz)
الحرارة	Q	الجول (J)
المجال المغناطيسي	B	التسلا (T) أو Wb/m^2
الدفق المغناطيسي	ϕ m	الويبير (Wb) أو $kg\ m^2/A\ s^2$
الزخم (الاندفاع)	p	kg m/s
الجهد (الكهربائي)	V أو x	فولط (V) أو J/C
الاستطاعة	P	واط W ، j/s
الضغط	P	الباسكال (Pa) أو N/m^2
المقاومة	R	أوم، V/A
العزم	τ	N.m
العمل	W	الجول (J) أو N.m

الخط الزمني للاكتشافات والاختراعات الفيزيائية

ساهمت مختلف التطورات والاختراعات في الفيزياء منذ حوالي سنة **1780** في التقدم العلمي. وخلال هذه الفترة ظهر الكثير من العلماء الذين ساهموا في فهمنا الحالي للفيزياء كأحد أهم الفروع العلمية. ولم يقتصر دور هذه الاكتشافات والاختراعات في التقدم التكنولوجي، ولكنها أثرت أيضاً على طريقة حياتنا وأفكارنا. ويتبع الخط الزمني التالي تسلسل ظهور الاختراعات الفيزيائية والعقول النيرة التي توصلت إليها.

السنة	الاكتشاف/ الاختراع	المكتشف/ المخترع
1782	الحفاظ على المادة	لافوازييه
1785	البرهنة على القانون المربع العكسي للشحنات	كولوم
1801	نظرية الموجات الضوئية	يونغ
1803	النظرية الذرية للمادة	دالتون
1806	الطاقة الحركية	يونغ
1814	التداخل	فرينيل
1820	الدليل على التفاعلات الكهرطيسية	أمبير، بيو، سافار
1824	التحليل النموذجي لدورة الغاز، محرك الاحتراق الداخلي	سادي كارنو
1827	المقاومة وأمور أخرى	أوم
1838	خطوط القوة، المجالات	فاراداي
1838	المجال المغناطيسي للأرض	ويبر
1842–1843	حفظ الطاقة	جوليوس روبرت ماير، ويليام ثومسون
1842	أثر دوبلر	دوبلر
1845	دوران فاراداي (الضوئي والكهرطيسي)	فاراداي
1847	اختزان الطاقة	جول، فون هلمهولتز

السنة	الاكتشاف/ الاختراع	المكتشف/ المخترع
1850–1851	القانون الثاني للديناميات الحرارية	رودولف كلاوزيوس، كلفن
1857–1859	النظرية الحركية	كلاوزيوس، جيمس كلارك ماكسويل
1861	الجسم الأسود	كيرشوف
1863	القصور الحراري (الإحصائي)	كلاوزيوس
1864	النظرية الدينامية للمجال الكهرطيسي	ماكسويل
1867	النظرية الدينامية للغازات	ماكسويل
1871–1889	الميكانيكا الإحصائي	بولتزمان، جيبس
1884	تمهيد بولتزمان لقانون ستيفان للإشعاع	بولتزمان
1887	الموجات الكهرطيسية	هنريش هرتز
1893	قانون فين للإشعاع	فين
1895	الأشعة السينية	ويليام كونراد رونتغن
1897	الإلكترون	ج.ج. تومبسون
1900	صيغة بلانك للإشعاع	بلانك
1905	النسبية الخاصة، الأثر الكهروضوئي، الحركة البراونية	آينشتاين
1911	مبدأ التكافؤ اكتشاف النواة الناقلية الفائقة	آينشتاين رذرفورد هايكه كامرلينغ أونس
1913	نموذج بور الذري	نيلز بور
1916	النسبية العامة	آينشتاين
1919	تأكيد انحناء الضوء	السير آرثر إدينغتون وفريقه
1922	الكون المتوسع لفريدمان	فريدمان
1923	اختبار شتيرن–غرلاش موجات المادة المجرات تأكيد الطبيعة الجسيمية الفوتون	شتيرن–غرلاش لويس دي بروي هابل كومبتون
1925–1927	ميكانيكا الكم	ورنر هايزنبرغ وماكس بورن
1927	افتراض نظرية الانفجار العظيم	لوميتر وجورج غاموف

السنة	الاكتشاف/ الاختراع	المكتشف/ المخترع
1928	التنبؤ بمضاد المادة	بول ديراك
1929	توسع الكون	هابل
1932	تأكيد وجود مضاد المادة اكتشاف النيوترون	كير أندرسون جيمس تشادويك
1933	اكتشاف المادة المظلمة	فريتز زويكي
1937	اكتشاف الميون	كير أندرسون
1938	اكتشاف الميوعة الفائقة فهم إطلاق النجوم للطاقة	كابيتزا هـ. أ. بيته
1939	اكتشاف انشطار اليورانيوم	أوتو هان وفريتز شتراسمان
1944	نظرية المغناطيسية في نموذج آيسنغ	أونساغر
1947	اكتشاف البيون	لاتس وأوكيالين وسيسيل باول
1948	الديناميات الكهربائية للكم	ج. شوينغر
1956	اكتشاف نيوترينو الإلكترون	كلايد كوان، فريدريك راينز
1957–1956	اكتشاف انتهاك النِّدِّية	وو، إ. آمبر، ر.و. هيوارد، د.د. هويس، ر.ب. هدسون
1957	تفسير الناقلية الفائقة	نيكولاي بوغوليوبوف
1960–1959	دور الطوبولوجيا في فيزياء الكم، التنبؤ بها وتأكيدها	ي. أبراموف ود. بوم
1962	نظرية SU3 عن التفاعلات القوية اكتشاف نيوترينو الميون	جيل– مان ليون ليدرمان وميل شوارتز وجاكستاين بيرغر
1963	التنبؤ بالكوارك	جيل–مان
1967	توحيد التفاعلات الضعيفة والكهرطيسية اكتشاف مشكلة النيوترينو الشمسي اكتشاف البلسار (نجوم النيوترون)	ستيفن واينبرغ ج.ن. باكال وهـ.أ بيث بيل وهيويش
1968	اكتشاف الدليل التجريبي للكوارك	موري جيل–مان وغيورغ زفايغ
1971	اناقلية الفائقة للهليوم 3	أوشروف وريتشاردسون
1974	التنبؤ بإشعاع الثقب الأسود اكتشاف الكوارك المفتون	ستيفن هوكينغ بيرتون ريشتر وفريقه وصامويل تينغ وفريقه

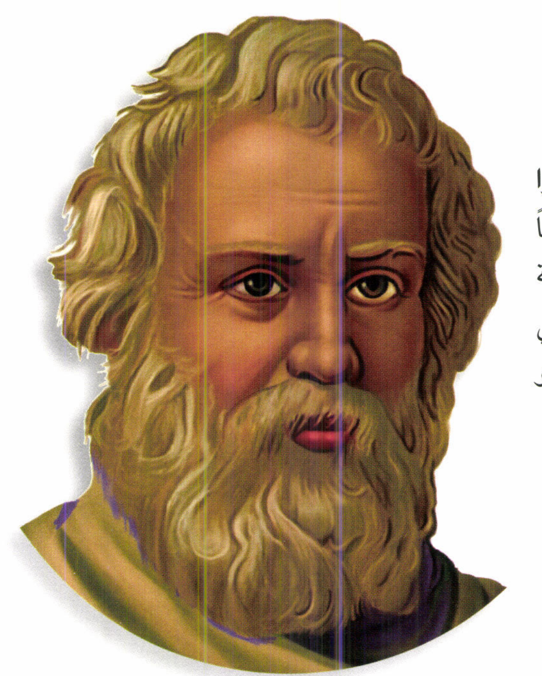
السنة	الاكتشاف/ الاختراع	المكتشف/ المخترع
1975	اكتشاف لبتون تاو	مارتن بيرل وفريقه
1977	اكتشاف الكوارك السفلي	ليون ليدرمان
1980	أثر هول الكمومي	كلاوس فون كليتزينغ
1981	اقتراح نظرية الانتفاخ الكوني	ألان غوث
1982	أثر هول الكمومي الكسوري	شتورمر وتسوي
1985	اكتشاف تكاثف بوزه-آينشتاين	بوزه
2000	اكتشاف نيوترينو التاو	العلماء في مسرع مختبر فيرمي الوطني.
2003	اكتشاف خلفية الموجات الصغرية الكونية	وكالة الفضاء الأميركية (ناسا)

الاكتشافات الأخيرة

أدت الاكتشافات والبحوث الأخيرة إلى تسريع خطى العلماء والفلاسفة نحو التطور في عالم العلوم. إلا أنه ما تزال بعض المشروعات قيد الدراسة، ومنها حل مشكلة النيوترينو الشمسي solar neutrino الذي ربما يحدث في السنوات القادمة، ومشروع التنبؤ بالطقس على المدى الطويل، ومشروع تمثيل وظائف الدماغ على شكل روبوتات، واكتشاف موجة الجاذبية gravity wave التي قد تفتح نافذةً جديدةً على العالم، والبحث في كفاءة الفوتونيات photonics competency لتقوم بعمل الإلكترونات حيث سيصبح بالإمكان استخدام الحاسبات البصرية optical computers ذات الدارات الفوتونية المدمجة photonic integrated circuits.

فيزيائيون مشاهير-1

تدخل تطبيقات الفيزياء في جميع جوانب الطبيعة. ولم تكن الفيزياء لتوجد لولا العلماء الذين توصلوا إلى حل القوانين الغامضة للأنظمة الفيزيائية. وقد كرس الكثير من العباقرة العظماء حياتهم لدراسة الفيزياء واكتشاف القوانين التي تحكم عالمنا. وقد حلت الفيزياء فعلياً الكثير من مشكلاتنا، وساهمت في التقدم العلمي والتقني حول العالم.



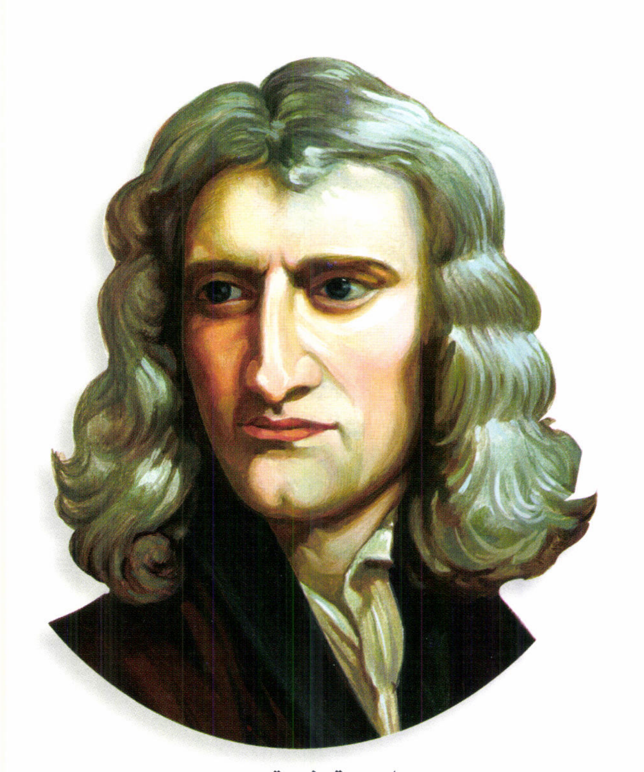
أرخميدس

أرخميدس

ولد أرخميدس Archimedes سنة 287 ق.م في مدينة سيراكوزا الساحلية بجزيرة صقلية. وكان أرخميدس رياضياتياً وفيزيائياً وفلكياً. وتخبرنا قصة التاج الذهبي الشهيرة كيف اخترع طريقة ليحسب حجم جسم ما ذا شكل غير منتظم. ويشرح أرخميدس ذلك في مبدئه المعروف بقوله: إن الجسم المغمور في مائع يواجه قوة طفو تعادل وزن المائع المزاح.

إسحق نيوتن

ولد إسحق نيوتن Isaac Newton في 4 كانون الثاني 1643 في بلدة وولثورب بإنكلترا، ويعتده الكثير من طالبي العلم أحد أكثر الشخصيات تأثيراً. وأضاف اكتشافه للجاذبية بعداً جديداً لعالم الفيزياء. ثم أدت قوانينه الثلاثة للحركة التي تعد المبادئ الأساسية لعلم الفيزياء الحديث إلى صياغة قانون الجاذبية العام. كما أسهم نيوتن في حقل البصريات حين لاحظ تبعثر الضوء الأبيض إلى مختلف الألوان عند مروره في موشور.



إسحق نيوتن

غاليليو غاليلي

كان غاليليو غاليلي Galileo Gali فيزيائياً إيطالياً، ويعد "أب الفيزياء الحديثة". ولد في بيزا في 15 شباط 1564، وآمن بنظرية أن الشمس هي مركز الكون. ولكن اعتقاده هذا أغضب الكنيسة الكاثوليكية، فحكم عليه بالسجن مدى الحياة. كما ساهم غاليليو باختراع التلسكوب الذي كانت قوة تكبيره أعلى بعشرة أضعاف ما كان موجوداً في حينها.



غاليليو غاليلي

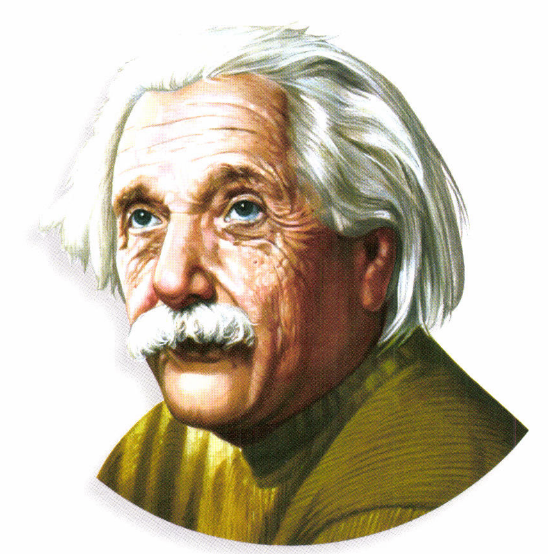
هاينريش رودولف هرتز

تنسب وحدة الهرتز الذي نستعمله لوصف ترددات المذياع والكهرباء إلى هاينرش رودولف هرتز Heinrich Rudolf Hertz. وقد ولد هرتز في 22 شباط 1857 في مدينة هامبورغ الألمانية. وقد عرف بإثباته الفيزيائي لوجود الموجات الكهرطيسية موسعاً بذلك التصور الذي طرحه جيمس كلارك ماكسويل. وتمكن بفضل تجاربه العديدة إلى الكشف عن انتقال الكهرباء على شكل موجات كهرطيسية، وقد أدت تجاربه على الموجات الكهرطيسية إلى تطور الإبراق اللاسلكي والمذياع.

هاينريش رودولف هرتز

ألبرت آينشتاين

ولد ألبرت آينشتاين Albert Einstein في مملكة فورتمبرغ التابعة للأمبراطورية الألمانية في 14 آذار 1879، ويعد أشهر فيزيائيي العالم على الإطلاق. ومنح آينشتاين جائزة نوبل سنة 1921 على طرحه لنظرية الأثر الكهرضوئي. وتقر النظرية النسبية بأن سرعة الضوء في الفراغ ثابتة، وهي الحد الفيزيائي المطلق للحركة. واشتق منها معادلته المشهورة $E = mc^2$ التي تبين تكافؤ الكتلة والطاقة.



ألبرت آينشتاين

جيمس جول

كان جيمس جول James Joule، المولود في 24 كانون الأول 1818، المتوفى في 11 تشرين الأول 1889 فيزيائياً وصانع جعة إنكليزياً، وقد اشتهر بتطويره للقانون الأول في الديناميات الحرارية. ووضع جول مبدأ مصونية الطاقة والتكافؤ الحراري وأشكال الطاقة الأخرى بدراسته لطبيعة الحرارة وعلاقتها بالعمل الميكانيكي. ويبين قانونه العلاقة بين التيار والمقاومة والحرارة الناتجة في ناقل.



جيمس بريسكوت جول

فيزيائيون مشاهير-2


نيكولا تيسلا

نيكولا تيسلا

ولد نيكولا تيسلا Nicola Tesla في 10 تموز 1856 في كرواتيا. وكان تيسلا مخترعاً ومهندساً ميكانيكياً وكهربائياً، ويعرف بإسهامه في انتشار استخدام الكهرباء تجارياً، وبتطويراته الثورية في مجال الكهرطيسية في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين. وقد اخترع تيسلا محرك تحريض التيار المتناوب، وجعل من الممكن نقل وتوزيع الكهرباء.


جورج أوم

جورج أوم

ولد جورج سيمون أوم Georg Simon Ohm في 1787، في مدينة إيرلانغن الألمانية. ونتج قانون أوم الشهير عن اختراعه للبطارية الكيميائية الكهربائية، ويحدد هذا القانون العلاقة بين الفولطية والتيار والمقاومة. وتستخدم وحدة الأوم (R) لقياس المقاومة الكهربائية، وهي تعادل مقاومة نقطتين على ناقل حين ينتج فولط واحد من فارق الجهد بينهما أمبيراً واحداً.

بليز باسكال

ولد بليز باسكال Blaise Pascal في 19 حزيران 1623، وكان فيزيائياً فرنسياً، اشتُهر بإنجازاته المهمة في الفيزياء والرياضيات. وقد درس باسكال على يد أبيه في مدينة روان، وعمل في سن مبكرة في العلوم الطبيعية والتطبيقية، وكانت له إسهامات كبيرة في دراسة الموائع ومفهومي الضغط والفراغ. واشتهر باسكال باختراعه لأول آلة حاسبة رقمية لمساعدة والده في جمع الضرائب. واشتهرت هذه الآلة باسم باسكالين Pascaline وكانت شبيهة بالحاسبة الميكانيكية التي اخترعت في الأربعينيات من القرن العشرين.


بليز باسكال

جيمس واط

ولد جيمس واط James Watt في 19 كانون الثاني 1736م، وكان مهندساً ميكانيكياً ومخترعاً إسكتلندياً، وقد ساهمت تحسيناته وتطويره اللاحق للمحرك البخاري في الثورة الصناعية. حيث وضع واط تحسينات في تصميم المحرك حين ابتكر غرفة تكثيف منفصلة separate condensing chamber لتجنب فقدان الطاقة وخسارة البخار في الأسطوانة، وعمل على تحسين ظروف الفراغ والقدرة والكفاءة وفعالية الكلفة للمحركات البخارية.



جيمس واط

مايكل فاراداي

كان مايكل فاراداي Michael Faraday كيميائياً وفيزيائياً إنكليزياً، ولد في 22 أيلول 1791م. وعرف فاراداي بمساهماته في حقلي الكهرطيسيات والكهروكيميائيات؛ حيث وضع الأسس لمفهوم المجال الكهرطيسي في الفيزياء، بدراسته وعمله المتركز على المجال المغناطيسي المحيط بناقل يحمل تياراً مباشراً. وقد شكلت اكتشافاته في التحريض الكهرطيسي وقوانين الكهرلة electolysis الأساس لتكنولوجيا المحرك الكهربائي، وبفضل جهوده أصبحت الكهرباء اليوم سهلة الاستخدام.

مايكل فاراداي

شارل كولوم

كان شارل أوغستان دو كولوم Charles Augustin de Coulomb فيزيائياً فرنسياً، وقد ولد في 14 تموز 1736. عرَّف كولوم قوى الجذب والنبذ الكهروسكونية، واشتهر بوضعه لقانون كولوم Coulomb's law. وينص قانونه على أن القوى بين شحنتين كهربائيتين تتناسب طرداً مع قيمة الشحنتين، وعكساً مع مربع المسافة بينهما.



شارل أوغستان دو كولوم

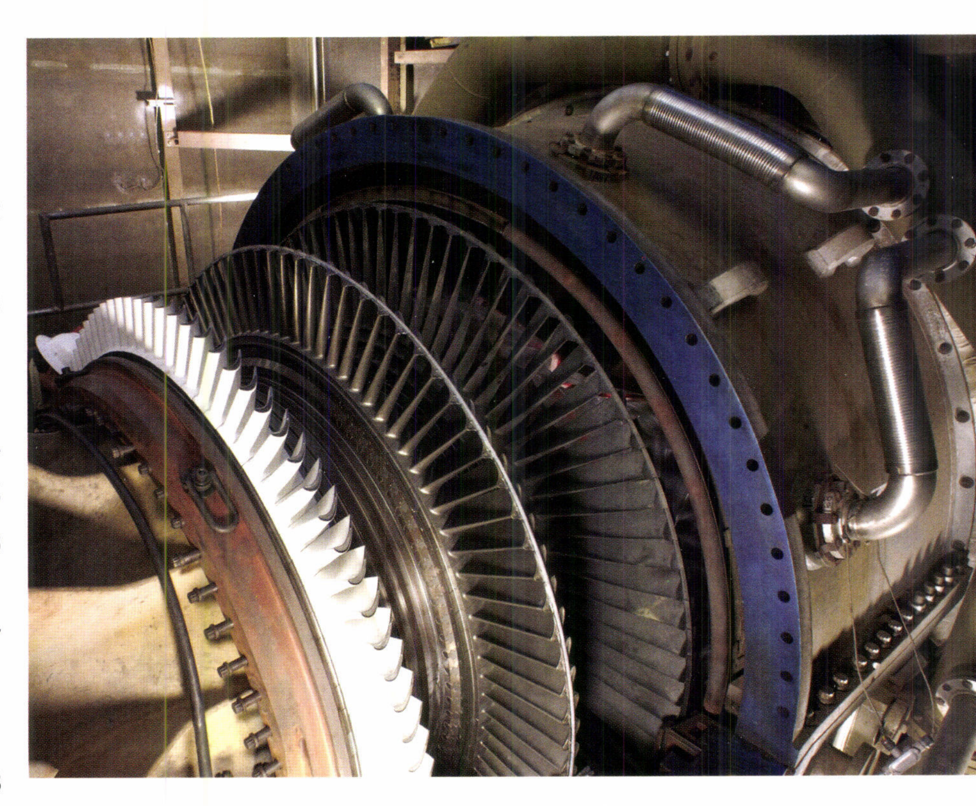
أفوغادرو

ولد لورنزو رومانو أفوغادرو Lorenzo Romano Avogadro في 9 آب 1776، وكان رياضياتياً وفيزيائياً فرنسياً. واشتهر أفوغادرو بإسهاماته المهمة في النظرية الجزيئية، وبقانون أفوغادرو الذي ينص على أنه: تحت ظروف درجة حرارة وضغط جوي متحكم بها تحوي الأحجام المتساوية من الغازات أعداداً متساوية من الجزيئات.



أفوغادرو

حقائق وأرقام-1

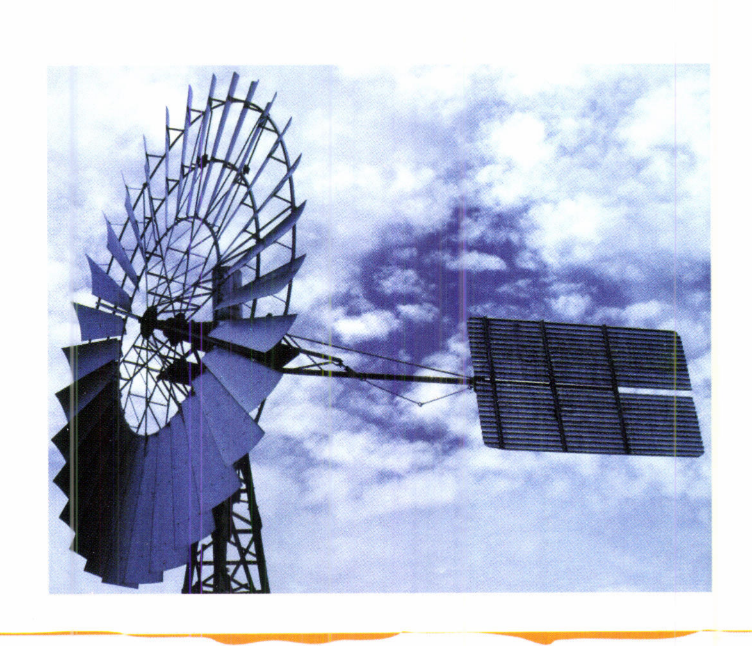


الميكانيك

1. الميكانيكا (أو علم الميكانيك) هي دراسة التفاعل بين القوى والمادة.
2. الوزن والكتلة ليسا متساويين، فالوزن هو نتاج الكتلة والجاذبية.
3. صاغ السير إسحق نيوتن قوانين الحركة الثلاث التي تشكل الأساس لعلم الميكانيك.
4. ينتج التسارع عن القوى غير المتوازنة.
5. تعطى صيغة القوة كما يلي: $F = ma$
6. القوى هي المسؤولة عن تحريك جسم وتوقفه.
7. العطالة هي خاصية جسم ما لأن يبقى في وضعه الحالي، إلى أن تطبق عليه قوة خارجية.
8. في حالة التصادم يحدث مصونية للزخم في النظام.
9. يعطى التسارع في مخطط الزمن-السرعة الاتجاهية، بينما يتم تحديد السرعة الاتجاهية بمخطط المسافة-السرعة الاتجاهية.

الطاقة

1. تعرف الطاقة بأنها القدرة على إنجاز عمل.
2. ينتج عن الطاقة الكامنة والطاقة المتحركة طاقة ميكانيكية.
3. الطاقة المتحركة هي طاقة جسم في حالة الحركة، والطاقة الكامنة هي طاقة جسم في حالة السكون.
4. يمكن للطاقة أن تكون متجددة أو غير متجددة.
5. تقاس الطاقة بالجول، ورمزه (J).
6. تدعى قيمة التغير بالقدرة، وتقاس بالجول/ثا.
7. للبخار والماء السائل طاقات حرارية متساوية في درجة 100 مئوية.
8. يؤدي أي تغير في الطاقة الكامنة إلى تغير في الطور.
9. يحدث تدفق الطاقة الداخلية من درجة الحرارة الأعلى إلى درجة الحرارة الأخفض.
10. كمية الطاقة ثابتة في العالم، ولايمكن خلق الطاقة أو تدميرها إلى العدم. ولكن يمكن تحويل الطاقة من شكل إلى آخر.



الموجات

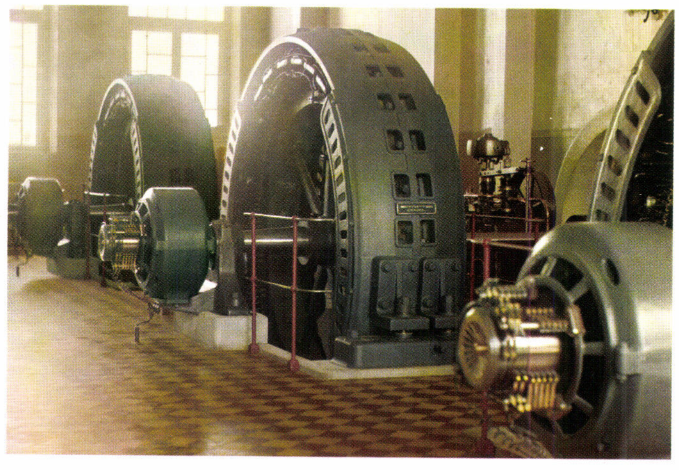
1. يمتد شعاع الضوء ليشكل طيفاً من الألوان المختلفة، ولكل من هذه الألوان تردد وطول موجة مختلف.
2. يوجد الضوء ضمن حزم من الجسيمات الصغيرة تدعى الفوتونات، ويمكن التثبت من سلوكه بواسطة الظاهرة الكهرضوئية.



3. تنص نظرية دي بروي للموجات أنه لا يمكن تعقب الأجسام الكبيرة المتحركة كموجات؛ لأن لها أطوال موجات بالغة الصغر أثناء تحركها.
4. يحدد سلوك الموجة بخواصها كالانعراج (الحيود) والتداخل والاستقطاب.
5. ينص تأثير دوبلر على أن مصدر الموجة يولد طول موجة أقصر وتردد أعلى حين يتحرك باتجاه شخص.
6. يرتب الطيف الكهرطيسي الموجات الموجودة فيه بالترتيب التصاعدي لطاقاتها.
7. سرعة الموجات الكهرطيسية في الفراغ هي 3.0 x 108 م/ثا.
8. تؤدي الزيادة في تردد الموجة إلى زيادة في طاقتها، ولكنها تنقص من طول الموجة.
9. للموجات الأقصر أطوار أقصر إذا كان ترددها أعلى.
10. الموجات الصوتية هي موجات طولانية وميكانيكية، بينما الموجات الضوئية هي موجات مستعرضة وكهرطسية.

التيار الكهربائي

1. تقاس الشحنة بالكولوم، ويقاس التيار بالأمبير، بينما يقاس الجهد بالفولط، ويعطى بالجول/ كولوم.
2. تتدفق كمية متساوية من التيار في المقاوِمات المرتبة على شكل سلسلة، وتحوي فولطية متساوية حين توضع بالتوازي.
3. يمكن زيادة إجمالي مقاومة دارة بوصل المقاومات على شكل سلسلة.
4. تساوي كل من كمية شحنة الإلكترون والبروتون 1.6×10^{-19} كولوم.
5. حدد اختبار ميليكان لنقطة الزيت شحنة الإلكترون الواحد.
6. يتم إنتاج الكهرباء عموماً من القدرة المائية التي تستخدم قوة الماء لإدارة العنفات الموصولة بمولد.



7. البرق الذي يحدث في السماء هو تفريغ كهربائي في الغلاف الجوي.

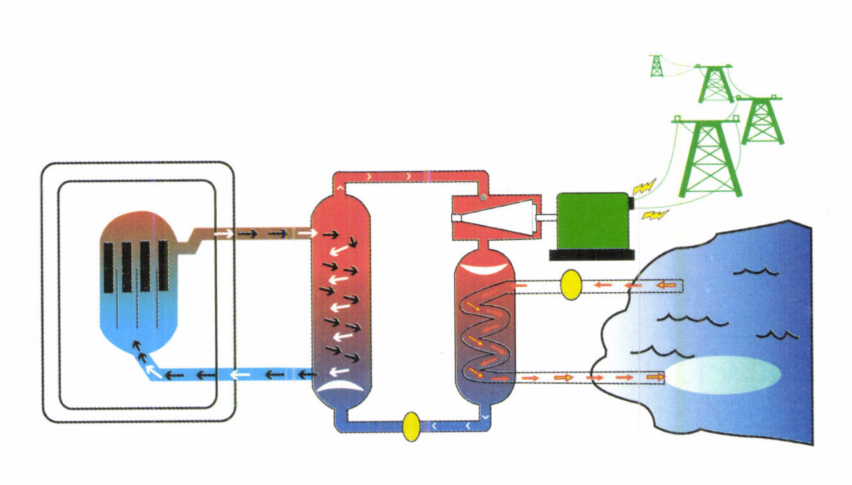


8. تطلق شحنات سمك الأنقليس صدمة كهربائية تصل شدتها 500 فولط للدفاع عن نفسها أو لصيد طرائدها.
9. تنبذ شحنتان سلبيتان أو شحنتان إيجابيتان بعضهما بعضاً، بينما يحدث الانجذاب حين تكون الشحنتين متضادتين.
10. الفحم الحجري من أحد مصادر إنتاج الكهرباء.

حقائق وأرقام-2

الطاقة النووية

1. الطاقة النووية هي مصدر طاقة متجدد.
2. أدى اختبار رذرفورد للرقاقة الذهبية إلى اكتشاف النواة الموجبة.
3. القوى النووية هي قوى عظيمة، ولكنها قصيرة المدى.
4. نوى الهليوم هي جسيمات ألفا، أما جسيم بيتا فهو الإلكترون.
5. العدد الذري لعنصر يساوي عدد البروتونات التي يحويها هذا العنصر.
6. يزيد العدد الذري عندما يحدث نقص في جسيمات بيتا.
7. تعد أشعة ألفا وبيتا وغاما إشعاعات طبيعية.
8. النقصان الكتلي mass defect الموجود في جميع النوى ويجعلها تزن أقل من أقسامها يتحول إلى طاقة ترابط binding energy.
9. يدعى إنتاج الطاقة النووية السلمي بالمفاعل النووي، أما إن لم يكن سلمياً فيدعى بالقنبلة الذرية.



البصريات

1.الصور الحقيقية مقلوبة دائمة، أما الصور الافتراضية فهي مستقيمة.

2.تعطي الأسطح الخشنة انعكاساً متناثراً، أما أسطح المرايا وما يشبهها فتعطي انعكاساً اعتيادياً.

3.يمكن للطول البؤري لعدسة متقاربة (محدبة) أن يصبح أقصر في العدسات ذات القيمة العالية أو حين يحدث استبدال للضوء الأزرق بالضوء الأحمر.

أشهر الثوابت الفيزيائية

الوصف	الرمز	القيمة العددية	الوحدة
التسارع المعياري للسقوط الحر	g_n	9.806	m/s^2
الضغط الجوي المعياري	P_0	1.0132×10^{5}	Pa
وحدة الكتلة الذرية	u	1.6066×10^{-27}	Kg
ثابت أفوغادرو	N_A	6.0220×10^{23}	Mol^{-1}
مغنيطون بور	M_B	9.2741×10^{-24}	J/T, Am^2
ثابت بولتزمان	k	1.3807×10^{-23}	J/K
شحنة الإلكترون	-e	1.6022×10^{-19}	C
الكتلة	m_c	9.1095×10^{-31}	Kg
نسبة الشحنة إلى الكتلة	e/me	1.7588×10^{11}	C/kg
ثابت فاراداي	F	9.6485×10^{4}	C/mol
الثابت الكهربائي	E_6	8.8542×10^{-12}	F/m
المعاوقة الذاتية	Z_0	376.7	Ω
الثابت المغناطيسي	M_0	4 ps 10^{-7}	H/m
سرعة الموجات الكهرطيسية	c	2.9979×10^{8}	m/s
ثابت الجاذبية	G	6.6732×10^{-11}	$Nm2/kg^2$
الثابت المولي أو الجزيئي للغاز	R	8.3144	J/(mol.K)
الحجم المولي أو الجزيئي للغاز	V_m	2.2414×10^{-2}	M^3/mol
كتلة سكون النيوترون	M_n	1.6748×10^{-27}	Kg
ثابت بلانك	h	6.6262×10^{-34}	Js
العدد المسوى	$h/2\pi\zeta$	1.0564×10^{-34}	Js
شحنة البروتون	+e	1.6022×10^{-19}	C
كتلة السكون	m_p	1.6726×10^{-27}	Kg
ثوابت الإشعاع	C_1	3.74388×10^{-2}	Wm^2
	C_2	1.4388×10^{-2}	mK
ثابت رايدبيرغ	R_H	1.0968×10^{7}	m^{-1}
ثابت ستيفان-بولتزمان	$\sigma\zeta$	5.6703×10^{-8}	$J/(m^2k^4)$
ثابت فين	K_w	2.8978×10^{-3}	mK

تعريفات مهمة

الأشعة الكونية cosmic rays: إشعاعات عالية الطاقة تصل إلى الأرض من الفضاء الخارجي.

الاصطدام collision: حالة تحدث بين جسمين حين يتماسا فيبذل كل منهما قدراً مساوياً من القوة على الآخر لفترة زمنية قصيرة. ويؤدي الاصطدام إلى تبادل الطاقة بين جزيئات الجسمين.

الألنيكو alnico: تتألف هذه الكلمة من الحروف الأولى لمعادن الألومنيوم والنيكل والكوبالت التي تصهر معاً لصنع سبيكة، مع إضافة الحديد والنحاس وأحياناً التيتانيوم. وتعد هذه السبيكة من المغناطيسات القوية الدائمة.

الانتثار أو الانتشار diffusion: تبعثر الضوء في مختلف الاتجاهات نتيجة لسقوطه على سطح خشن أو غير مستوٍ، أو عندما يسقط على سطح شفاني (شبه شفاف).

بطارية الاختزان storage battery: وهي بطارية قابلة للشحن تتألف من خلية أو أكثر لإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الكيميائية المختزنة.

الترانزيستور transistor: أداة إلكترونية ضئيلة القدرة تتألف من شبه ناقل وثلاثة أقطاب على الأقل تستخدم كمضخمة ومقومة، وغالباً ما تدخل في تركيب رقاقات الدارات المدمجة.

القصور الحراري entropy: مقياس للطاقة غير الموجودة في نظام أو عملية لكي تقوم بالعمل. ويعبر عن القصور الحراري في العمليات الديناموحرارية المنعكسة بأنها الحرارة الممتصة أو المتحررة مقسمة على درجة الحرارة المطلقة، ورمزها S.

التوازن equilibrium: هو حالة تلغي فيها القوى بعضها بعضاً لكي تخلق استقراراً.

التوتر السطحي surface tension: إحدى ميزات السوائل، ويصبح فيها سطح السائل مرناً وقادراً على تشكيل السائل في قطرات منفصلة. ويحدث التوتر السطحي بتفاعل الجزيئات الموجودة على السطح أو القريبة منه بحيث يلتحم السطح ويتقلص إلى أقل مساحة ممكنة.

الثابت constant: هو قيمة رقمية ثابتة لا تتغير مهما كانت الظروف أو العمليات الحسابية التي يدخل فيها. مثلاً (π) وهو نسبة محيط الدائرة إلى نصف قطرها. وفيزيائياً هو الكمية الثابتة في نظرية أو اختبار، كسرعة الضوء.

الحجر المغناطيسي أو المغنِتيت magnetite: فلز له مغناطيسية طبيعية ودائمة، يمكنه أن يجذب أو ينجذب مغناطيسياً عبر قطبيه.

حساس للضوء photosensitive: يتفاعل مع الأشعة الكهرطيسية، لاسيما الأشعة المرئية وتحت الحمراء وفوق البنفسجية.

الخلية الفولط الضوئية photovoltaic cell: هي خلية كهروضوئية تكشف وتقيس شدة الضوء باستخدام فرق الجهد الذي ينشأ بين المواد غير المتشابهة حين تتعرض إلى إشعاع كهرطيسي.

الدينامو dynamo: آلة تولد الكهرباء بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية على شكل تيار مستمر.

السرعة الاتجاهية (أو الموجهة) velocity: هي سرعة انتقال جسم ما في اتجاه معين، مقارنةً بسرعة الجسم العادية speed التي تحسب بغض النظر عن الاتجاه.

سرعة الصوت speed of sound: وهي السرعة التي ينتقل بها الصوت في وسط ما، وهي تختلف بحسب الوسط.

سرعة الضوء speed of light: وهي السرعة التي ينتقل بها الضوء في الفراغ، وهي ثابتة وعالمية، ينتقل فيها الإشعاع الكهرطيسي بسرعة 2.988×10^8 م/ثا.

السقوط الحر free fall: هو الحركة غير المقيدة نحو حقل الجاذبية الأرضية. وفي هذه الحالة لا يخضع الجسم الساقط إلا إلى قوة الثقالة أو الجاذبية الأرضية.

الصدى echo: تكرار الصوت الذي يحدث بانعكاس الموجات الصوتية عن سطح ما.

الصفر المطلق absolute zero: وهو أخفض درجة حرارة ممكنة، والتي يفترض أن تتوقف عندها أية حركة للجسيمات، وهي تعادل (0) كلفن، أو ما −273.16 مئوية أو −459.69 فهرنهايت.

الطيف الكهرطيسي electromagnetic spectrum: وهو المدى الكامل للإشعاع الكهرطيسي من أقصر موجات أشعة غاما إلى أطول الموجات اللاسلكية.

العطالة inertia: تعرف بأنها مقاومة التغيير، وهي خاصية بقاء الجسم في حالة سكون، أو استمراره بالتحرك في خط مستقيم، ما لم يتعرض لقوة خارجية اتجاهية.

العنفة turbine: آلة ذات أنصال دوارة، تعمل على البخار أو الماء أو الريح أو أي مصدر قدرة، بحيث تؤدي الحركة الدورانية إلى توليد طاقة ميكانيكية أو كهربائية.

القطع المكافئ parabola: شكل متقوس يحدث عندما يتقاطع سطح مع أحد جوانب مخروط.

الكالوري أو السُعرة أو الحُرَيرة calorie: وحدة قياس الطاقة وتساوي 4.1855 جول، وهي كمية الحرارة اللازمة لتسخين 1 غرام من الماء النقي بمقدار درجة مئوية واحدة. ولكن يستعاض الآن عن الكالوري بالجول في البحوث العلمية.

المرونة elasticity: قدرة المادة على العودة إلى شكلها وحجمها الأصلي بعد أن تحنى أو تشد أو تضغط.

المُعامِل coefficient: ثابت رقمي تقاس به خاصية مادة ما.

الممانعة reluctance: مقاومة الدارة المغناطيسية للدفق المغناطيسي.

النفايات السامة toxic wastes: نواتج ثانوية خطرة لمختلف العمليات الصناعية والنووية، وهي تمثل خطراً على الإنسان والبيئة.

نقطة الارتكاز fulcrum: النقطة أو موقع الاستناد الذي تتحرك أو تدور عليه الرافعة.

النيوترينو neutrino: جسيم أولي حيادي وثابت من مجموعة اللبتون، كتلته صفر في حالة السكون، وليس له شحنة.

المهايئ adapter: أداة إلكترونية تستخدم لتحويل الميزات المتعارضة بين مادتين إلى ميزات متوافقة.

الوقود الحيوي biofuel: وقود متجدد مصنوع من مواد عضوية، ومن أنواعه: الديزل الحيوي، والغاز الحيوي والميثان.

الفهرس



أَطلَسُ الفِيزياءِ



يغطي أطلس الفيزياء معظم الموضوعات التي يحتاجها كل قارئ يريد التبحر في علم الفيزياء بأسلوب منهجي لا يخلو من الفائدة والمتعة، وذلك من خلال النصوص التفصيلية المبسطة والصور الملونة المميزة التي تكسب الكتاب حلة قشيبة قلما توجد في الكتب الأخرى.



Beirut - Lebanon بيروت - لبنان
تلفاكس: 00961 1 791668
ص.ب: 11/6918 - الرمز البريدي 11072230
Aleppo - Syria سوريا - حلب
هاتف: 2116441 - 2115773
فاكس: 00963 21 2125966 ص.ب: 415
www.afach.aleppodir.com
e-mail: afashco1@scs-net.org

ISBN 995361367-2
9 789953 613673



